

**UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID**  
**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**PROYECTO FIN DE CARRERA.**

Ingeniería Técnica Industrial.

Electricidad.

“Evaluación de los costes permanentes del sistema eléctrico nacional”.

**AUTOR:** Alfonso García Gutiérrez.

**TUTOR:** Fernando Soto Martos.

Leganés, Septiembre de 2011.



A mi familia,  
Francisco, Sagrario y Carlos.





## **Índice**

1.- Resumen .....	13
2.- Objetivos y alcance del proyecto .....	17
3.- Sistema eléctrico nacional.....	21
4.- Resumen de costes de acceso .....	29
5.- Cálculo de retribuciones al transporte de energía eléctrica.....	35
6.- Cálculo de las retribuciones a la distribución de energía eléctrica .....	53
7.- Prima de régimen especial .....	63
8.- Resto de costes de acceso.....	69
9.- Formulación de la herramienta informática para la previsión de costes permanentes de la red eléctrica nacional .....	77
10.- Manual de Usuario .....	89
11.- Casos de Estudio .....	97
12.- Conclusiones .....	123
13.- Presupuesto .....	127
14.- Bibliografía .....	131
ANEXO A.- Glosario de términos y definiciones.....	133
ANEXO B .....	135
ANEXO C.- Tarifa regulada de generación en régimen especial.....	143





## **Índice de gráficos y figuras**

Figura 3.1. Sistema eléctrico nacional .....	21
Gráfico 3.2. Producción neta de energía eléctrica por tecnología .....	22
Figura 3.2. Mapa de distribución de energía eléctrica .....	25
Figura 5.1. Esquema de retribuciones al transporte .....	35
Gráfico 5.1. Evolución de la red de transporte en km de circuito. ....	36
Gráfico 5.2. Evolución de la red de transporte en MVA de capacidad de transformación .....	36
Gráfico 5.3. Evolución de la disponibilidad de la red de transporte .....	39
Figura 5.4. Evolución de las retribuciones recibidas por instalaciones puestas en servicio con anterioridad a 1998 .....	40
Gráfico 5.5. Variación del Índice General Nacional según sistema IPC base 2006 .....	42
Figura 5.6. Línea de tendencia de las inversiones hechas entre 2001 y 2005 .....	43
Gráfico 5.7. Evolución de los costes de la red de transporte en M€ .....	46
Gráfico 5.8. Evolución total de los costes de transporte .....	47
Gráfico 5.9. Evolución de retribuciones de instalaciones anteriores a 2008 y línea de tendencia .....	48
Figura 6.1. Retribución a la distribución .....	53
Gráfico 6.1. Evolución de los costes de distribución .....	58
Gráfico 6.2. Evolución de los costes de distribución y ecuación de tendencia .....	59
Gráfico 7.1. Evolución histórica de los costes de generación en régimen especial .....	66
Gráfico 9.1. Hoja de cálculo “Transporte” .....	81
Gráfico 9.2. Hoja de cálculo “Distribución” .....	86
Gráfico 10.1. Acceso directo a la aplicación .....	89
Gráfico 10.2. Hojas de cálculo de la aplicación .....	89
Gráfico 10.3. Datos macroeconómicos anuales .....	90
Gráfico 10.4. Gráfico de selección de tipo de instalación .....	90
Gráfico 10.5. Menú de nueva instalación .....	91
Gráfico 10.6. Retribución a nuevas instalaciones .....	91
Gráfico 10.7. Icono de adición de resultados individuales a la lista de resultados .....	91
Gráfico 10.8. Lista de resultados .....	91
Figura 10.9. Retribuciones por nuevas inversiones .....	92
Figura 10.10. Retribución total a la actividad del transporte .....	92
Gráfico 10.11. Actualizador por efecto precios .....	93
Gráfico 10.12. Actualizador por aumento de actividad .....	93
Gráfico 10.13. Actualizador por efecto calidad de servicio .....	93
Gráfico 10.14. Actualizador para el año 2012 por efecto pérdidas de energía .....	94



Gráfico 10.15. Resultados de retribuciones a la distribución _____	94
Figura 11.1. Retribución al transporte _____	99
Grafico 11.1. Retribuciones al transporte año 2008 _____	101
Figura 11.2. Resultados retribución de nuevas instalaciones año 2009 _____	105
Gráfico 11.2. Comparación entre resultados obtenidos y datos de referencia _____	106
Grafico 11.3. Retribuciones al transporte año 2009 _____	107
Figura 11.3. Resultados retribución de nuevas instalaciones año 2010 _____	111
Figura 11.4. Resultados retribución de nuevas instalaciones año 2011 _____	115
Gráfico 11.4. Comparación entre resultados obtenidos y datos de referencia (retribución total) _____	116
Figura 11.5. Entradas utilizadas para el cálculo de retribuciones a la distribución ____	118
Figura 11.6. Resultados obtenidos para el periodo de vigencia _____	118
Gráfico 11.5. Resultados obtenidos, retribuciones a la distribución _____	119
Gráfico 11.6. Comparación entre resultados obtenidos y datos de referencia _____	120





## **Índice de tablas**

Tabla 3.1. Producción neta de energía eléctrica por tecnología _____	22
Tabla 3.2. Evolución de la red de transporte en km de circuito _____	24
Tabla 3.3. Evolución de la red de transporte en número de posiciones _____	24
Tabla 3.4. Evolución de la red de transporte en capacidad de transformación _____	24
Tabla 3.5. Principales comercializadores de energía eléctrica en España _____	25
Tabla 4.1. Resumen de costes del sistema eléctrico nacional _____	31
Tabla 5.1. Evolución de la red de transporte _____	36
Tabla 5.2. Coste acreditado al transporte año 1998 _____	38
Tabla 5.3. Evolución de la disponibilidad de la red de transporte _____	39
Tabla 5.4. Evolución de las retribuciones recibidas por instalaciones puestas en servicio con anterioridad a 1998 _____	40
Tabla 5.5. Variación del Índice General Nacional según sistema IPC base 2006 _____	41
Tabla 5.6. Costes por inversiones hechas entre 2001 y 2005 _____	42
Tabla 5.7. Vida útil regulatoria de instalaciones de la red de transporte _____	44
Tabla 5.8. Retribuciones al transporte 2008-2010 _____	45
Tabla 5.9. Costes para instalaciones puestas en servicio con anterioridad a 2008 _____	48
Tabla 5.10. Retribuciones calculadas para todas las instalaciones puestas en servicio con anterioridad a 2008 _____	49
Tabla 6.1. Retribuciones reconocidas a la distribución año 2007 _____	57
Tabla 6.2. Costes definitivos de la red de distribución año 2008 _____	57
Tabla 6.3. Evolución de los costes a la distribución 2008-2011 _____	58
Tabla 7.1. Instalaciones acogidas a la generación en régimen especial _____	65
Tabla 7.2. Costes de generación en régimen especial _____	66
Tabla 8.1. Evolución histórica de las retribuciones por gestión comercial _____	69
Tabla 8.2. Periodos tarifarios _____	70
Tabla 8.3. Tipos de reducción _____	70
Tabla 8.4. Tipos de orden para Ki _____	71
Tabla 8.5. Evolución de los costes por servicio de interrumpibilidad _____	71
Tabla 8.6. Porcentaje de tarifa de acceso para cálculo de costes de diversificación _____	71
Tabla 8.7. Costes con destinos específicos _____	72
Tabla 8.8. Déficit de actividades reguladas _____	72
Tabla 9.1. Celdas “entrada” _____	78
Tabla 9.2. Celdas Nombre / Celdas unidad _____	79
Tabla 9.3. Función de transferencia de las celdas “salida” _____	80
Tabla 9.4. Celdas “entrada” de la hoja de cálculo “Distribución” _____	83
Tabla 9.5. Celdas nombre / celdas unidad de la hoja de cálculo “Distribución” _____	84



Tabla 9.6. Función de transferencia de las celdas “salida”	85
Tabla 11.1. Retribuciones al transporte	99
Tabla 11.2. Retribuciones al transporte por nuevas instalaciones	100
Tabla 11.3. Instalaciones puestas en servicio en 2009	103
Tabla 11.4. Entradas para el cálculo de retribuciones del año 2009	104
Tabla 11.5. Índices macroeconómicos años 2009	105
Tabla 11.6. Instalaciones puestas en servicio en 2009	109
Tabla 11.7. Entradas para el cálculo de retribuciones año 2010	110
Tabla 11.8. Datos macroeconómicos año 2010	110
Tabla 11.9. Instalaciones puestas en servicio en 2010	113
Tabla 11.10. Entradas para el cálculo de retribuciones del año 2011	114
Tabla 11.11. Comparación de resultados	119



## **Capítulo 1. Resumen**





## **1.- Resumen**

En éste documento se desarrolla una descripción de los negocios en los que se divide el sistema eléctrico nacional, así como de los agentes que intervienen en los diferentes negocios (capítulo 3). Posteriormente, en el capítulo 4 se puede apreciar el desglose de costes del sistema y una descripción de los mismos.

En el capítulo 5 se describe la forma en que se retribuye la actividad del transporte de energía eléctrica analizando en detalle la legislación que regula las instalaciones puestas en servicio a partir del año 2008 (RD 325/2008), así como la legislación que regula las instalaciones puestas en servicio con anterioridad (Marco Legal Estable y RD 2819/1998). En éste mismo capítulo se puede apreciar cómo estos costes han evolucionado en los últimos años.

En cuanto a las retribuciones de la actividad de la distribución de energía eléctrica, en el capítulo 6 se puede ver un análisis de la formulación que establece el RD 222/2008 por el que se regula la actividad y su evolución en los primeros años del periodo de vigencia que el anterior Real Decreto establece.

En el capítulo 7 se analizan los costes de generación bajo régimen especial así como la legislación que lo regula RD 361/2007, así como su evolución a lo largo de los últimos años y una previsión para el presente año 2011.

En el capítulo 8 se analizan el resto de costes de acceso al sistema eléctrico nacional (costes por gestión comercial, costes de seguridad de abastecimiento, retribuciones a los agentes del mercado etc...).

Los capítulos 9 y 10 son respectivamente, la descripción de la aplicación informática desarrollada para la estimación de costes de transporte y distribución y el manual de usuario de la misma.

En el capítulo 11 se muestran los casos de estudio realizados para validar la aplicación desarrollada y la estimación de costes de transporte para el año 2011 y de distribución para los años 2011 y 2012.

El capítulo 12 es el de conclusiones.





## **Capítulo 2. Objetivos y alcance del proyecto**







## **2.- Objetivos y alcance del proyecto**

El objetivo del presente proyecto es el estudio de los costes del sistema eléctrico nacional y el desarrollo de una aplicación informática que permita estimar las partes correspondientes al transporte y a la distribución de energía eléctrica.

El estudio se enfocará en la legislación vigente que regula dichas actividades así como en la evolución de sus retribuciones en los últimos años.

La aplicación a desarrollar será validada mediante casos de estudio de anualidades cuyas retribuciones ya son conocidas (2009 y 2010), en los que se compararán los resultados obtenidos utilizando la aplicación desarrollada con las retribuciones oficiales publicadas por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITyC).

Una vez validada la aplicación, se realizará una previsión de costes del sistema para el presente año (2011) utilizando dicha aplicación. Como se ha mencionado anteriormente, queda fuera del alcance de la aplicación a desarrollar la estimación de cualquier coste distinto a los de transporte y distribución de energía eléctrica. Por lo tanto, el resto de estimaciones de costes se efectuará mediante el análisis de la tendencia histórica de las retribuciones.

Una vez realizada la previsión de costes mediante los casos de estudio, se elaborará un manual de usuario de la aplicación desarrollada.





## **Capítulo 3. Sistema eléctrico nacional**



### **3.- Sistema eléctrico nacional**

El sistema eléctrico nacional está organizado en cuatro grupos fundamentales de negocio, generación, transporte, distribución y comercialización, de los cuales el transporte y la distribución se encuentran regulados, mientras que las actividades de la generación y la comercialización de energía eléctrica son actividades liberalizadas.

En la figura 3.1 se pueden los diferentes tipos de negocio en el sistema eléctrico nacional:

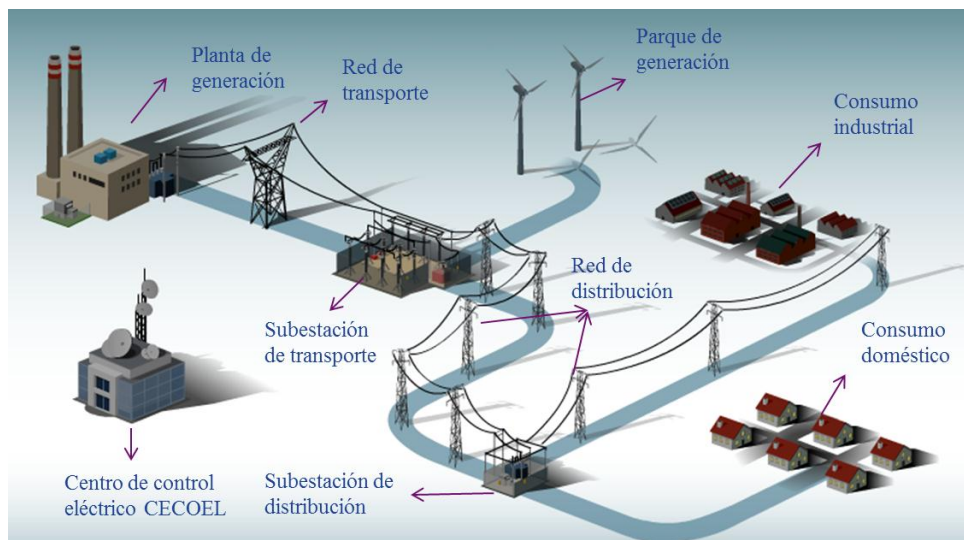


Figura 3.1. Sistema eléctrico nacional.

Fuente: REE.

Cada parte del sistema tiene sus particularidades técnicas (principalmente debidas a aspectos relacionados con pérdidas de energía), de ésta manera la energía eléctrica se produce en las plantas de generación a una tensión de 10 kV y se transforma en las subestaciones de pie de central a una tensión de 220 kV ó 400 kV para que, a través de la red de transporte, sea transportada hasta las subestaciones de transporte dónde se transforma a la tensión correcta para su distribución ( de 132 kV a 12.5 kV). Por último, en las subestaciones de distribución se transforma a la tensión adecuada para su consumo (industrial o doméstico).

La operación del sistema (o gestión técnica del sistema) también es una actividad regulada y llevada a cabo por Red Eléctrica de España (REE). El órgano encargado de vigilar el correcto funcionamiento del sistema eléctrico y de sus mercados es la Comisión Nacional de la Energía (CNE).

El operador de mercado (OMEL) se encarga de gestionar las subastas de energía y de elaborar las casaciones entre oferta y demanda para fijar el precio diario de la energía generada por las empresas productoras de energía eléctrica.

### 3.1.- Generación de energía eléctrica

La composición de la generación de energía eléctrica según su tecnología de procedencia es la que podemos ver en la tabla 3.1 y gráfico 3.2:

Tecnología	TWh	Cuota [%]
Térmica clásica <sup>1</sup>	114.5	41,88
Nuclear	59.1	21,61
Hidráulica	44.7	16,34
Eólica	43.4	15,87
Solar	6.7	2,45
Otras renovables	5	1,82

Tabla 3.1. Producción neta de energía eléctrica por tecnología.  
Fuente: R.E.E. Informe del sistema eléctrico 2010.

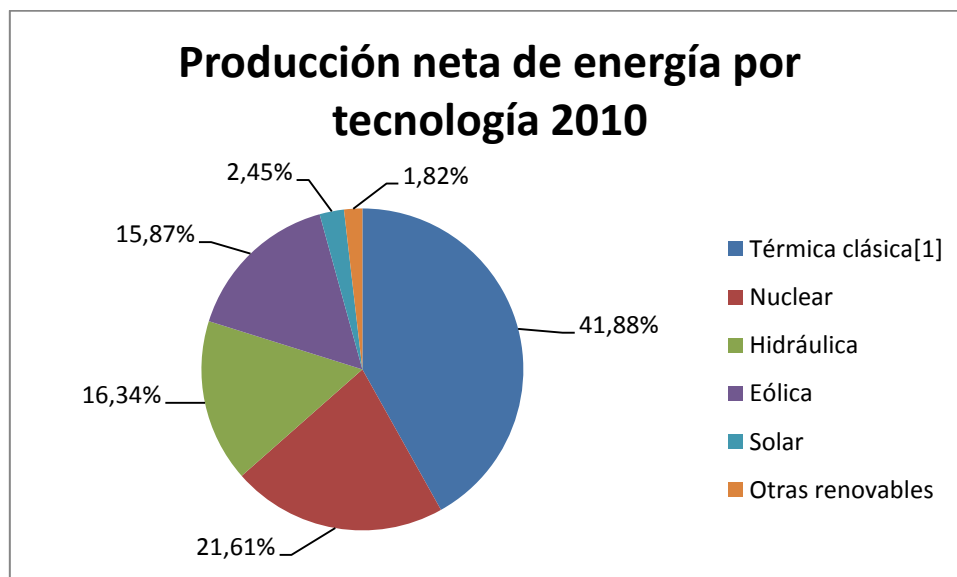


Gráfico 3.2. Producción neta de energía eléctrica por tecnología.  
Fuente: Elaboración propia.

Según el tipo de tecnología podemos dividir el sector en tres grandes grupos [2]:

- Tecnologías de base o llano: Son las que soportan la mayor parte de la demanda en tiempo real del mercado y están permanentemente conectadas a la red para satisfacer dicha demanda. Bajo ésta denominación se encuentran las centrales tradicionales con tecnología nuclear, de carbón y ciclo combinado.
- Tecnologías de pico o punta: Las centrales eléctricas que usan éstas tecnologías para la generación de energía eléctrica, se conectan al sistema para cubrir demandas en horas punta de consumo. Entre éstas se encuentran la hidráulica y turbina de gas.

<sup>1</sup> Incluye ciclos combinados.



- Tecnología renovable. son aquellas que utilizan los recursos naturales para producir electricidad: Hidráulica, solar, eólica, biomasa, etc. Una característica de la generación renovable es que mayoritariamente es no gestionable, salvo el agua y la biomasa, y por tanto hay que consumirla en tal que se genera el recurso. Por tal motivo se dicen que son no gestionables (eólica y solar), de tal manera que pueden producir electricidad en cualquier instante (valle, llano o punta).

Existe otra clasificación de la actividad de la generación de energía eléctrica y ésta es en función del tipo de retribución que reciben, es decir, la generación en régimen ordinario y la generación en régimen especial (la generación en régimen especial recibe una prima para incentivar éste tipo de tecnologías).

- La actividad de generación de energía eléctrica tendrá la consideración de producción en régimen ordinario siempre que no cumpla los requisitos exigidos para ser considerada producción en régimen especial. Éste régimen aparece regulado en los artículos 21 a 26 de la Ley 54/1997 del Sector eléctrico. La generación en régimen ordinario se realiza principalmente a través de las tecnologías convencionales utilizadas en centrales de carbón, fuel óleo, gas natural, ciclos combinados, nucleares etc. [3].
- La generación en régimen especial recoge la generación de energía eléctrica en instalaciones de potencia no superior a 50 MW que utilicen como energía primaria energías renovables o residuos y aquellas con otras como la cogeneración que implican una tecnología con un nivel de eficiencia y ahorro energético considerable [3].

### **3.2.- Transporte de energía eléctrica**

El transporte de energía eléctrica, como unidad de negocio, cumple la función de transportar la energía desde los centros de generación hasta las subestaciones de transporte donde se transforma a una tensión menor para su distribución hacia los clientes finales.

En el transporte de energía eléctrica la práctica totalidad de la red de transporte pertenece a Red Eléctrica de España S.L. ya que la Ley 17/2007, de 4 de julio, confirmó la condición de R.E.E. como gestor de la red de transporte y le atribuyó la función de transportista único, en régimen de exclusividad.

La red de transporte está formada por los siguientes elementos [1]:

- Líneas de transporte, a 400 o 220 kV pueden ser líneas aéreas o subterráneas y pueden estar formadas por uno o varios circuitos.
- Posiciones de subestaciones, son posiciones donde la energía se transformada para su posterior distribución.

- Máquinas de potencia, estas máquinas forman parte de las subestaciones y son fundamentalmente transformadores de potencia.

La red de transporte está compuesta por más de 35.700 kilómetros de líneas eléctricas de alta tensión y casi 3.400 posiciones de subestaciones, y cuenta con más de 69.000 MVA de capacidad de transformación.

Km de circuito	2006	2007	2008	2009	2010
400kV	17042	17172	17724	18015	18576
220kV y menor	16772	16813	16955	17095	17221
Total	33.814	33.985	34.679	35.110	35.797

Tabla 3.2. Evolución de la red de transporte en km de circuito.

Fuente: <http://www.ree.es>

Número de posiciones	2004	2005	2006	2007	2008	2009
400kV	740	877	950	1.004	1.055	1.114
220kV y menor	1.188	1.865	1.966	2.039	2.108	2.271
Total	1.928	2.742	2.916	3.043	3.163	3.385

Tabla 3.3. Evolución de la red de transporte en número de posiciones.

Fuente: <http://www.ree.es>

Potencia (MVA)	2006	2007	2008	2009	2010
Total	56.809	59.259	63.659	67.059	69.059

Tabla 3.4. Evolución de la red de transporte en capacidad de transformación.

Fuente: <http://www.ree.es>

### **3.3.- Distribución de energía eléctrica**

La función que toma la red de distribución dentro del sistema eléctrico nacional es la de transportar la energía eléctrica desde las subestaciones de transporte hasta los usuarios finales, ya sean consumidores industriales (de 132 kV a 12.5 kV) o consumidores domésticos (220 V ó 380 V).

El mercado de distribución es un monopolio natural en el que las empresas distribuidoras se dividen el territorio nacional para ejercer ésta actividad. En la siguiente figura se puede ver el reparto del territorio nacional entre las empresas distribuidoras.





Figura 3.2. Mapa de distribución de energía eléctrica.

Fuente: <http://www.cne.es>

### **3.4.- Comercialización de energía eléctrica**

La comercialización de energía eléctrica es una actividad liberalizada. Las empresas comercializadoras de energía eléctrica, accediendo a las redes de transporte o distribución tiene como función la venta de energía eléctrica a los consumidores o a otros sujetos del sistema.

A continuación, en la tabla 3.5, se pueden ver algunos de las empresas inscritas en el registro mercantil como comercializadoras de energía eléctrica:

Razón Social	Municipio
Endesa Energía, S.A.	Madrid
Iberdrola, S.A.	Bilbao
Unión Fenosa Comercial. S.L.	Madrid
Gas Natural Comercializadora, S.A.	Madrid

Tabla 3.5. Principales comercializadores de energía eléctrica en España.

Fuente: <http://www.cne.es>

### **3.5.- Agentes del sistema**

#### **3.5.1.- Operador del sistema (O.S.)**

Red Eléctrica de España es la encargada de la gestión técnica del sistema de transporte y distribución de energía eléctrica, desde su creación en 1985 se hizo cargo de la red de transporte y de la operación del sistema eléctrico español [1].



La Ley del Sector Eléctrico 54/1997 confirmó el papel de Red Eléctrica como pieza clave en el funcionamiento del sistema. Esta ley creó un mercado mayorista de electricidad para cuyo funcionamiento era imprescindible la existencia de una red de transporte bien gestionada y una operación del sistema que coordinara el conjunto generación - transporte y garantizara que la demanda quedara cubierta en todo momento.

Posteriormente la Ley 17/2007 ha modificado la legislación anterior para adaptarla a la Directiva Europea 2003/54/CE que establece normas comunes para mercado interior de electricidad.

### **3.5.2.- Operador de mercado (OMEL)**

El Operador del Mercado Ibérico de Energía – POLO ESPAÑOL, S.A., como operador del mercado, es la responsable de la gestión económica del sistema.

La Ley del Sector Eléctrico 54/1997, crea la figura del operador del mercado, a quien encomienda las funciones necesarias para realizar la gestión económica del sistema referida al eficaz desarrollo del mercado de la electricidad. Desde 1998 la Sociedad es responsable de la gestión del sistema de oferta de compra y venta de energía eléctrica realizando las liquidaciones y pagos y cobros correspondientes, por consiguiente, incorporando los resultados de los mercados diarios e intradiarios de electricidad [4].

### **3.5.3.- Comisión Nacional de Energía (CNE)**

La Comisión Nacional de Energía es el ente regulador de los sistemas energéticos, creado por la Ley 34/1998, de 7 octubre. Sus objetivos son velar por la competencia efectiva en los sistemas energéticos y por la objetividad y transparencia de su funcionamiento [2].

Para el cumplimiento de sus objetivos, a la CNE le han sido atribuidas amplias funciones, actuando además como órgano consultivo en materia energética tanto de la Administración General del Estado como de las Comunidades Autónomas.



## **Capítulo 4. Resumen de costes de acceso**



## **4.- Resumen de costes de acceso**

A continuación se resumen la totalidad de los costes del sistema eléctrico nacional mediante el informe de costes elaborado anualmente por la Comisión Nacional de la Energía a petición del Ministerio de Industria Turismo y Comercio (MITC).

En la tabla 4.1 se aprecian los costes acreditados para 2010 y la previsión para 2011, las previsiones son realizadas por la CNE y aprobadas, normalmente, los últimos días de cada año por el MITC.

El desglose de costes se divide en 8 grupos que se analizan a continuación:

1.- Retribuciones al transporte: son los gastos generados por la explotación de las redes de transporte de energía eléctrica y los costes procedentes de la creación de nuevos circuitos. Estos costes están regulados por los Reales Decretos RD 2819/1998 (para instalaciones anteriores a 2008) y RD 325/2008.

2.- Retribuciones a la distribución: en este apartado están contemplados los costes de mantenimiento y explotación de la red de distribución existente así como de los derivados de la puesta en servicio de nuevas líneas. Están regulados por el Real Decreto RD 228/2008.

3.- Gastos de gestión comercial: son los de comercialización de la energía en que incurren las empresas comercializadoras. Son partidas de costes definidas cada dos años por el MITC

4.- Seguridad de suministro: Es la retribución al servicio de interrumpibilidad. Este servicio es una herramienta para dar servicio a las necesidades del sistema en situaciones de emergencia (falta de generación o problemas en las redes eléctricas). Entró en vigor en 2008 por la orden ITC 2370/2007 en ella se regula también el cálculo de su retribución.

5.- Costes de diversificación: En éste apartado se engloban la moratoria nuclear y la segunda parte del ciclo de combustible nuclear. Se retribuyen anualmente por orden del Ministerio de Industria Turismo y Comercio sobre un porcentaje de la tarifa de acceso. En el caso del año 2010 la orden ministerial fue la ITC 3519/2009 y los porcentajes de la tarifa de acceso con que se retribuyeron la moratoria nuclear y la segunda parte del ciclo de vida del combustible nuclear fueron respectivamente 0,081% y 0,001%

6.- Prima a la generación del régimen especial: se recogen en éste apartado las tarifas y primas vigentes para las instalaciones de producción de energía eléctrica en régimen especial:

- Cogeneración y energía residuales
- Energías renovables
- Residuos con valorización energética
- Tratamiento y reducción de residuos

Sus valores retributivos fueron establecidos en el Real Decreto 661/2007.



7.- Costes permanentes: En éste apartado se agrupan los costes procedentes de los agentes del sistema (operador del sistema, operador del mercado, CNE, etc.) que se retribuyen mediante un porcentaje de la tarifa de acceso también publicada por orden ministerial anualmente.

8.- Déficit de actividades reguladas: El déficit de actividades reguladas se produce cuando el consumidor paga la energía a un precio menor al que cuesta generarla y transportarla hasta su destino, éste déficit está regulado por la Ley 54/1997 y procede únicamente de las actividades reguladas.

Costes de acceso (Miles de €)	Previsión 2010 Orden ITC/3529/2009 y Orden ITC/1732/2010 (A)	Previsión 2011 Propuesta de OM (B)	Diferencia (B) - (A)	% variación (B) sobre (A)
<b>1.- Transporte</b>	<b>1397104</b>	<b>1531791</b>	<b>134687</b>	<b>9,64%</b>
1.1.-Empresas Peninsulares	1265875	1388164	122289	9,66%
1.1.1.-REE	1180832	1297308	116476	9,86%
1.1.2.-Resto de peninsulares	85043	90856	5813	6,84%
1.2.- Extra peninsulares	131229	143627	12398	9,45%
<b>2.- Distribución</b>	<b>4974955</b>	<b>5152175</b>	<b>177220</b>	<b>3,56%</b>
2.1- Retribución a la Distribución	4305513	4512855	207342	4,82%
2.2.- Distribuidores D.T. 11ª	350542	359320	8778	2,50%
2.3.-Eficiencia energética	308900	270000	-38900	-12,59%
2.4.-Limpieza de márgenes	10000	10000	0	0,00%
<b>3.- Gestión Comercial</b>	<b>226591</b>	<b>226591</b>	<b>0</b>	<b>0,00%</b>
<b>4.- Seguridad de suministro</b>	<b>450000</b>	<b>445000</b>	<b>-5000</b>	<b>-1,11%</b>
4.1.- Sistema de interrumpibilidad en mercado	450000	445000	-5000	-1,11%
<b>5.- Costes de diversificación y seguridad de</b>	<b>100352</b>	<b>50946</b>	<b>-49406</b>	<b>-49,23%</b>
5.1.- Moratoria Nuclear	100228	50822	-49406	-49,29%
5.2.- 2ª parte del ciclo de combustible nuclear	124	124	0	0,00%
<b>6.- Prima del Régimen Especial</b>	<b>5888099</b>	<b>6759245</b>	<b>871146</b>	<b>14,80%</b>
<b>7.- Costes permanentes</b>	<b>1025318</b>	<b>847222</b>	<b>-178096</b>	<b>-17,37%</b>
7.1.- Compensaciones extra peninsulares	897240	785322	-111918	-12,47%
7.2.- Operador del Sistema	38267	39032	765	2,00%
7.3.- CNE	22892	22868	-24	-0,10%
7.4.- ELCOGÁS	66919	0	-66919	-100,00%
<b>8.- Déficit de actividades reguladas</b>	<b>1843928</b>	<b>1782692</b>	<b>-61236</b>	<b>-3,32%</b>
8.1.- Titulizados antes RDL 6/2010	610410	404952	-205458	-33,66%
8.1.1.- Déficit peninsular años 2000, 2001 y 2002	201235	0	-201235	-100,00%
8.1.2.- Déficit de ingresos año 2005	310379	310379	0	0,00%
8.1.3.- Adjudicatarios 2ª subasta déficit ex ante	98796	94573	-4223	-4,27%
8.2.- Déficit pendiente de titularizar	1233518	1377740	144222	11,69%
8.2.1.- Déficit de ingresos año 2006	171210	171210	0	0,00%
8.2.2.- Déficit de ingresos año 2008	322738	326961	4223	1,31%
8.2.3.- Déficit de ingresos año 2009	247114	247114	0	0,00%
8.2.4.- Déficit de ingresos año 2010	211812	211812	0	0,00%
8.2.5.- Déficit de ingresos año 2011	0	140000	140000	
8.2.6.- Déficit extra peninsular 2001-2002	128326	128326	0	0,00%
8.2.7.- Déficit extra peninsular 2003-2005	37483	37483	0	0,00%
8.2.8.- Déficit extra peninsular 2006-2008	114834	114834	0	0,00%
<b>9.- Exceso de déficit de años anteriores</b>	<b>0</b>	<b>1010709</b>	<b>1010709</b>	
<b>10.- Otros</b>	<b>-43100</b>	<b>-48900</b>	<b>-5800</b>	<b>13,46%</b>
10.1.- Ingresos por exportaciones	-43100	-48900	-5800	13,46%
<b>11.- Total Costes de Acceso (A)</b>	<b>15413247</b>	<b>17312471</b>	<b>1899224</b>	<b>12,32%</b>

Tabla 4.1. Resumen de costes del sistema eléctrico nacional.

Fuente: <http://www.cne.es>







## **Capítulo 5. Cálculo de retribuciones al transporte de energía eléctrica**



## **5.- Cálculo de retribuciones al transporte de energía eléctrica**

Para efectuar el cálculo de las retribuciones para la actividad de transporte de energía eléctrica es necesario mencionar que hay dos métodos distintos de cálculo, en función de la fecha de puesta en servicio de cada instalación

De ésta manera, para instalaciones puestas en explotación con anterioridad a 1 Enero de 2008 ha de usarse el método de cálculo expuesto en el Real Decreto RD 2819/1998 mientras que para instalaciones de transporte de energía eléctrica puestas en servicio a partir del 1 de Enero de 2008 es el Real Decreto RD 325/2008 el que determina la manera en que se calcula la retribución a dichas instalaciones.

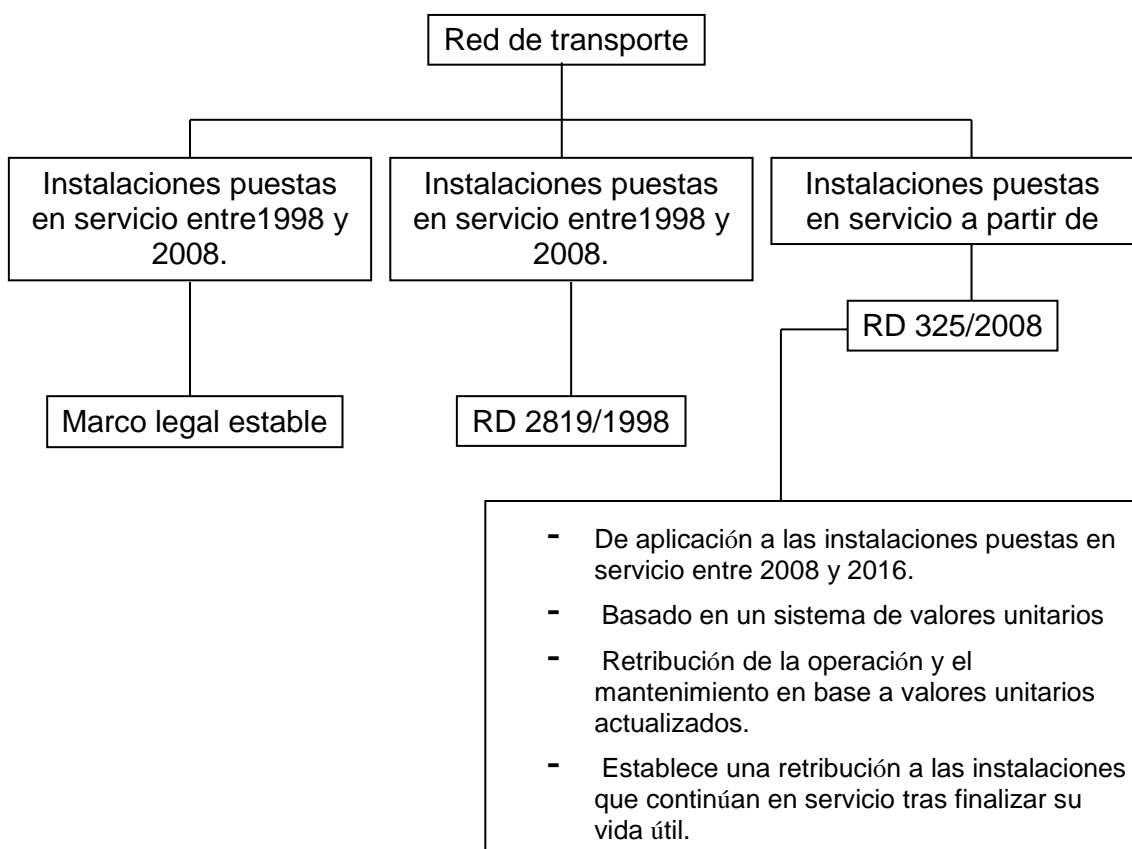


Figura 5.1. Esquema de retribuciones al transporte

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se puede apreciar la evolución histórica de la red de transporte, dividida en tres grandes grupos:

- Kilómetros de circuito de 400kV.
- Kilómetros de circuito igual o menor a 220kV.
- Capacidad de transformación.



<b>Red transporte</b>	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Km. de circuito 400kV	14538	14538	14918	15197	16067	16592	16841
Km. de circuito 220kV	15801	15900	16003	16179	16221	16270	16389
Capacidad de transformación MVA	42687	44057	45762	47422	47712	51462	52422
<b>Red transporte</b>	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
Km. de circuito 400kV	16846	17042	17172	17724	18015	18576	
Km. de circuito 220kV	16458	16772	16813	16955	17095	17221	
Capacidad de transformación MVA	55072	56809	59259	63659	67059	69059	

Tabla 5.1. Evolución de la red de transporte

Fuente: <http://www.ree.es>

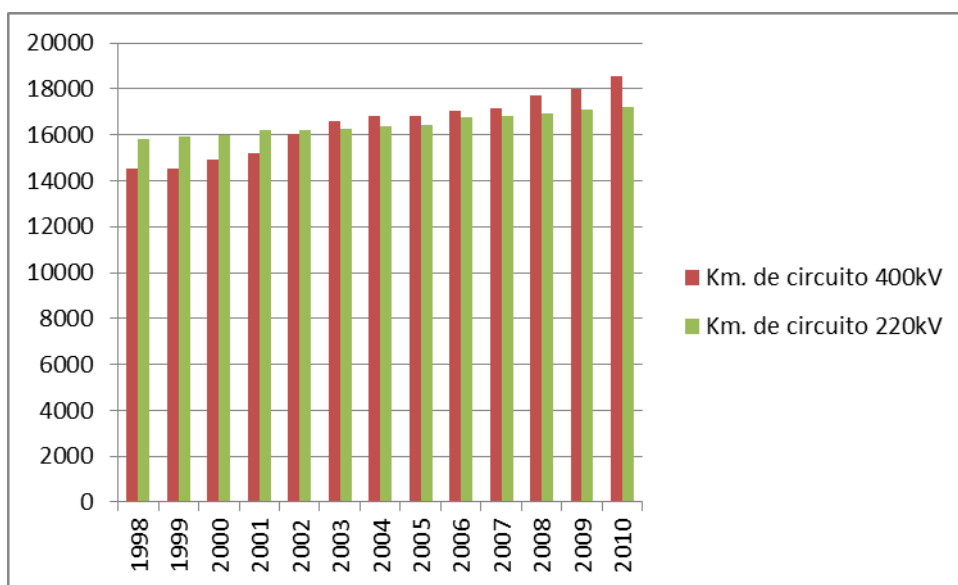


Gráfico 5.1. Evolución anual de la red de transporte en km de circuito.

Fuente: Elaboración propia.

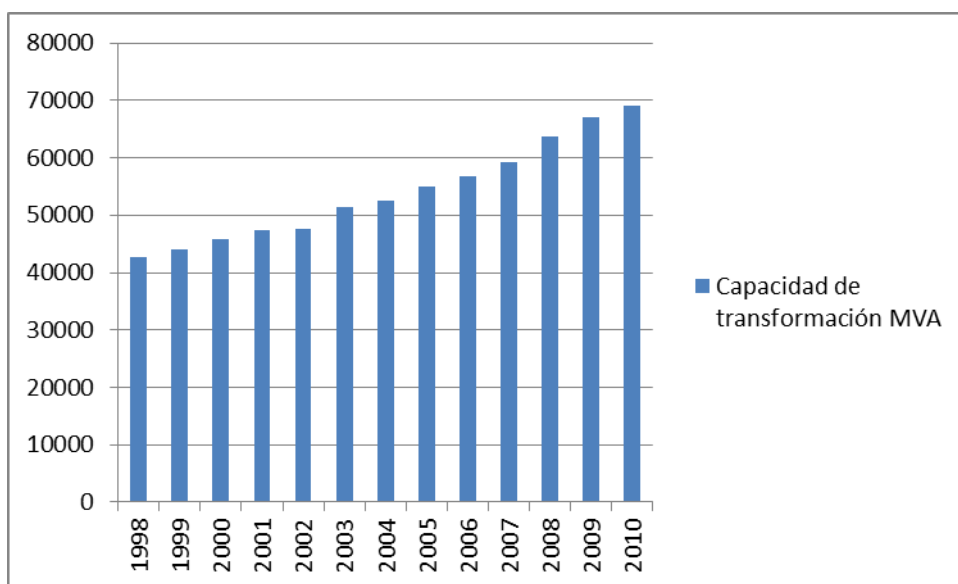


Gráfico 5.2. Evolución anual de la red de transporte en MVA de capacidad de transformación.

Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de retribuciones se asumirá a Red Eléctrica de España como única propietaria de la red de transporte.

De los datos anteriores se puede suponer un crecimiento medio anual de la red de transporte de 454,83 kilómetros de línea, de los que 336.5 pertenecerían al circuito de 400kV y 118,3kV al de 220kV.

La capacidad de transformación crece anualmente una media de 2197,67 MVA.

### **5.1.- Instalaciones puestas en servicio con anterioridad a 1 de Enero de 2008, RD 2819/1998**

Para el cálculo del coste del transporte reconocido a la empresa <<i>> en el año <<n>> para instalaciones puestas en servicio con anterioridad a 1 de Enero de 2008 se usa la siguiente formulación:

$$TR_{in} = TR_{1998n}^* + IINT_{in} + ID_{in} \quad (5.1)$$

$$TR_{1998n} = TR_{1998} \cdot \prod_{j=1999}^n \left( 1 + \left( \frac{IPC_j - X_j}{100} \right) \right) \quad (5.2)$$

$$IINT_{in} = IINC_{in} + iind_{in} + IIND_{in-1} * \left[ 1 + \left( \frac{IPC_n - Y_n}{100} \right) \right] \quad (5.3)$$

$$IIND_{n-1} = iind_{in-1} + IIND_{in-2} * \left[ 1 + \left( \frac{IPC_{n-1} - Y_{n-1}}{100} \right) \right] \quad (5.4)$$

$$ID_{n-1} = d_{n-1} (TR_{1998n-1} + IINT_{n-1}) \quad (5.5)$$

$$d_{in-1} = k \cdot \left( \frac{dr_{in-1}}{do_{in-1}} - 1 \right) \quad (5.6)$$

Dónde:

$TR_{in}$  es el coste reconocido a la empresa <<i>> en el año <<n>> para instalaciones de transporte de energía eléctrica puestas en servicio con anterioridad a 1 de Enero de 2008.

$TR_{1998in}^*$  es el coste acreditado a la actividad de transporte actualizado al año <<n>>, dicho valor fue fijado para el año 1998 en el RD 2819/1998 y adquiere los siguientes valores:

Empresa	MPTA	Miles de €
Iberdrola, S.A.	13197	79182
Unión Eléctrica FENOSA, S.A.	4258	25548
Compañía Sevillana de Electricidad, S.A.	5292	31752
Fuerzas Eléctricas de Cataluña, S.A.	3250	19500
Empresa Hidroeléctrica del Ribagorzana, S.A.	4075	24450
Hidroeléctrica del Cantábrico, S.A.	425	2550
Electra de Viesgo, S.A.	813	4878
Eléctricas Reunidas de Zaragoza, S.A.	1063	6378
Endesa, S.A.	903	5418
Red Eléctrica de España	51121	306726
Total	84397	506382

Tabla 5.2. Coste acreditado al transporte año 1998.

Fuente: RD 2819/1998.

Dicho valor debe actualizarse anualmente siguiendo la ecuación (5.2) antes mencionada. El coste acreditado a la actividad de transporte para 1998 se multiplica por el productorio desde 1999 hasta el año  $<n>$  de un factor en el que, en tanto por uno, se le resta al IPC interanual (con fecha de Octubre del año  $<n>$ ) un factor de referencia  $X$  fijado por la Dirección General de la Energía y que actualmente tiene un valor de 0,6%.

Se puede concluir que  $TR_{1998in*}$  hace referencia a las instalaciones puestas en servicio con anterioridad a 1 de Enero de 1998 y cuya retribución se va actualizando anualmente en función de la variación del IPC (Índice de Precios al Consumo). Hasta esta fecha, 31 de diciembre de 1997, estaba en vigor el marco legal estable por el que se regulaba la actividad del transporte de energía eléctrica.

$IINT_{in}$  es el coste acreditado a fecha de 31 de Diciembre del año  $<n>$  al conjunto de las nuevas inversiones con entrada en explotación entre el 1 de Enero de 1998 y el 31 de Diciembre del año  $<n-1>$ .

Con éste valor se retribuyen las instalaciones puestas en servicio desde el 1 de Enero de 1998 hasta el 1 de Enero de 2008, ya que para las instalaciones puestas en servicio a partir del 1 de Enero de 2008 ha de usarse el método expuesto en el RD 325/2008 que posteriormente analizaremos en detalle.

Por último,  $ID_{in}$  se corresponde con el incentivo a la disponibilidad de las instalaciones correspondiente a la empresa  $<i>$  en el año  $<n>$ . Dicho incentivo se calcula como un porcentaje  $k$  del complemento a la unidad de la disponibilidad real de líneas y máquinas de potencia  $dr_{in-1}$  respecto a una disponibilidad objetivo preestablecida  $do_{in-1}$  para la empresa  $<i>$  del año  $<n-1>$ . La disponibilidad objetivo preestablecida según el RD 2819/1998 es del 97% y el valor de  $k$  1.

La disponibilidad de una instalación de la red de transporte se define como el porcentaje de tiempo total durante el cual las líneas de transporte han estado indisponibles para el servicio y adquiere los siguientes valores en los últimos años:

Año	2005	2006	2007	2008	2009
Prog. Mantenimiento [%]	0,44	0,41	0,25	0,36	0,39
Prog. Causas ajenas al mantenimiento [%]	0,88	0,95	1,33	1,3	1,25
No prog. De mantenimiento correctivo [%]	0,31	0,26	0,31	0,2	0,23
No prog. Circunstancias fortuitas [%]	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02
Total [%]	1,65	1,65	1,92	1,88	1,9

Tabla 5.3. Evolución de la disponibilidad de la red de transporte.

Fuente: REE

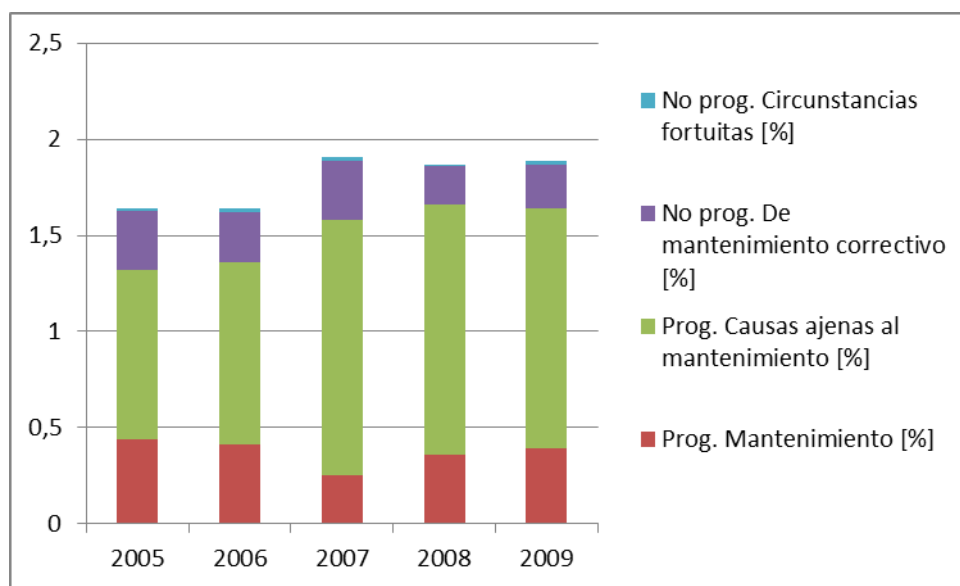


Gráfico 5.3. Evolución anual de la disponibilidad de la red de transporte.

Fuente: Elaboración propia.

### **5.1.1.- Instalaciones puestas en servicio con anterioridad a 31 de Diciembre de 1997**

Este tipo de instalaciones se retribuyen con una actualización de la inversión realizada según la variación del IPC interanual menos un factor de referencia X cuyo valor es de 0,6%.

En consecuencia el único factor variable en dicha ecuación es el IPC ya que son inversiones pendientes de amortizar y que tienen un valor conocido a fecha de 1 de Enero de 1998 y que podemos ver en la tabla 5.2.

Para el presente proyecto se ha hecho un estudio temporal de la evolución de la retribución de dichas instalaciones, estos datos se pueden apreciar en la siguiente tabla:

Año	Coste acreditado por instalaciones anteriores a 1998 [Miles de €]	Fuente: CNE
2001	541.428	Informe 16/2000
2002	557.673	Informe 14/2001
2003	568.927	Informe 18/2002
2004	584.754	Informe 10/2003
2005	592.940	Informe 7/2004

Tabla 5.4. Evolución de las retribuciones recibidas por instalaciones puestas en servicio con anterioridad a 1998.

Fuente: CNE.

En la siguiente figura se muestra la evolución de éstos costes y se línea de tendencia, utilizada posteriormente para predecir éstos costes en años futuros:

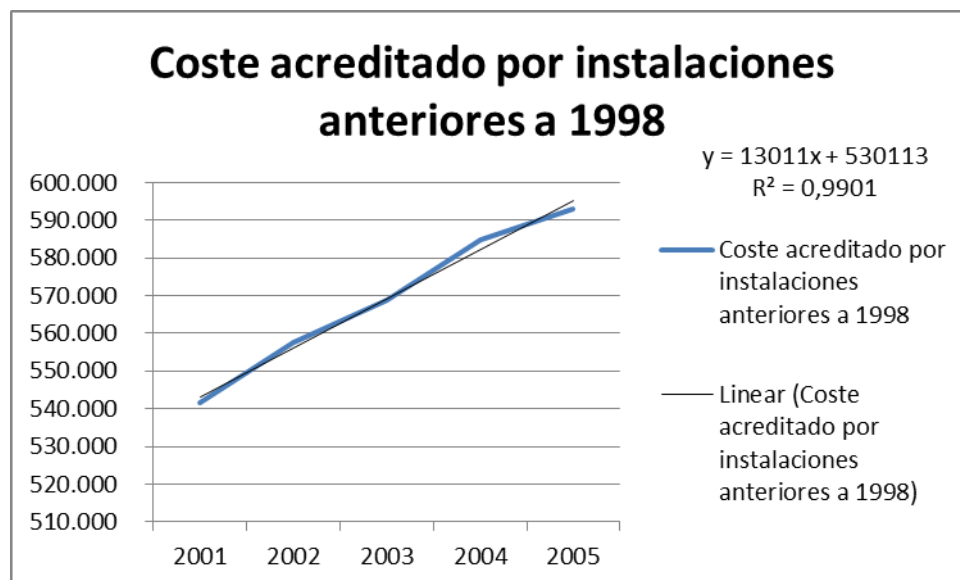


Figura 5.4. Evolución de las retribuciones recibidas por instalaciones puestas en servicio con anterioridad a 1998.

Fuente: Elaboración propia.

### **5.1.2.- Instalaciones puestas en servicio entre el 1 de Enero de 1998 y el 31 de Diciembre de 2007**

Este tipo de instalaciones se retribuyen teniendo en cuenta el coste de la inversión acreditada realizada por la empresa. El cálculo del coste de la inversión se realiza sumando el los costes de inversión acreditados de las instalaciones autorizadas, ya sea de manera de directa o por concurrencia (concurso público), que han entrado en servicio en el año <<n-1>>. Además se le suma el coste de la inversión autorizada de manera





directa a fecha de 31 de Diciembre del año anterior al cálculo <<n-1>> y puestas en servicio entre 1998 y el año <<n-2>>.

Es éste valor, el del coste de las inversiones acreditadas autorizadas de manera directa entre el año 1998 y el año <<n-2>> el que se actualiza anualmente con el IPC menos un factor de referencia Y fijado por la Dirección General de la Energía y cuyo valor es 0,6%.

Por lo tanto se puede concluir, como en el caso anterior de instalaciones puestas en servicio con anterioridad a 31 de Diciembre de 1997, que el único factor variable de la ecuación de la retribución anual es el IPC interanual con excepción de que la Dirección General de la Energía decida cambiar los valores de referencia X e Y.

A continuación se presenta la evolución de la variación interanual del Índice de Precios al Consumo desde 1999 hasta 2010.

Año	Porcentaje %
1999	2,5
2000	4
2001	3
2002	4
2003	3,6
2004	3,6
2005	3,5
2006	2,5
2007	3,6
2008	3,6
2009	-0,7
2010	2,3

Tabla 5.5. Variación del Índice General Nacional según sistema IPC base 2006.

Fuente: INE

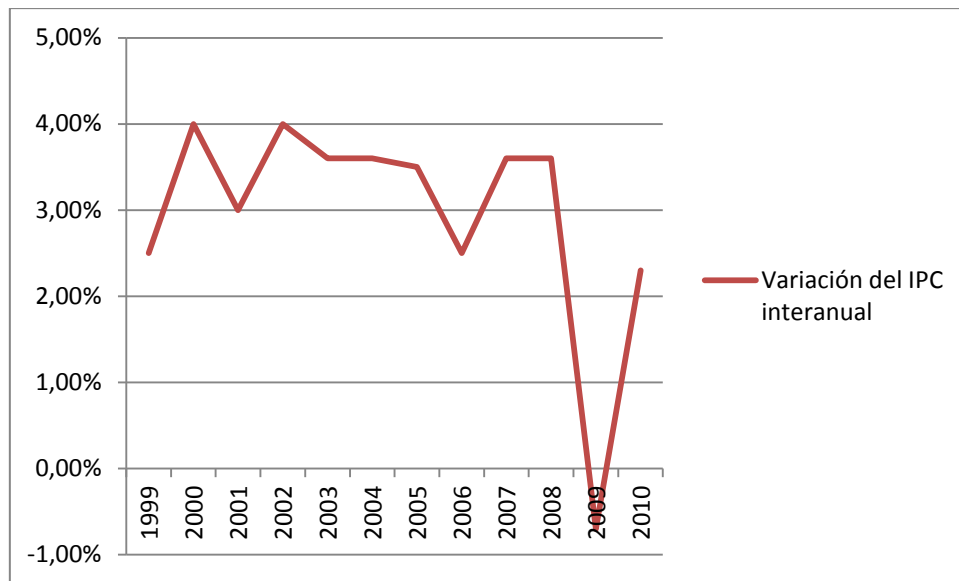


Gráfico 5.5. Variación del Índice General Nacional según sistema IPC base 2006.

Fuente: Elaboración propia.

Para predecir la evolución de éstas retribuciones en años futuros, se ha hallado su línea de tendencia mediante datos históricos de los años comprendidos entre 2001 y 2005. Éstos datos se pueden ver en la tabla 5.6:

Año	Coste por nuevas inversiones [miles de €]	Fuente
2001	46.854	Informe 16/2000
2002	77.554	Informe 14/2001
2003	124.375	Informe 18/2002
2004	179.951	Informe 10/2003
2005	243.184	Informe 7/2004

Tabla 5.6. Costes por inversiones hechas entre 2001 y 2005

Fuente: CNE

Y su línea de tendencia se muestra en la figura 5.6:

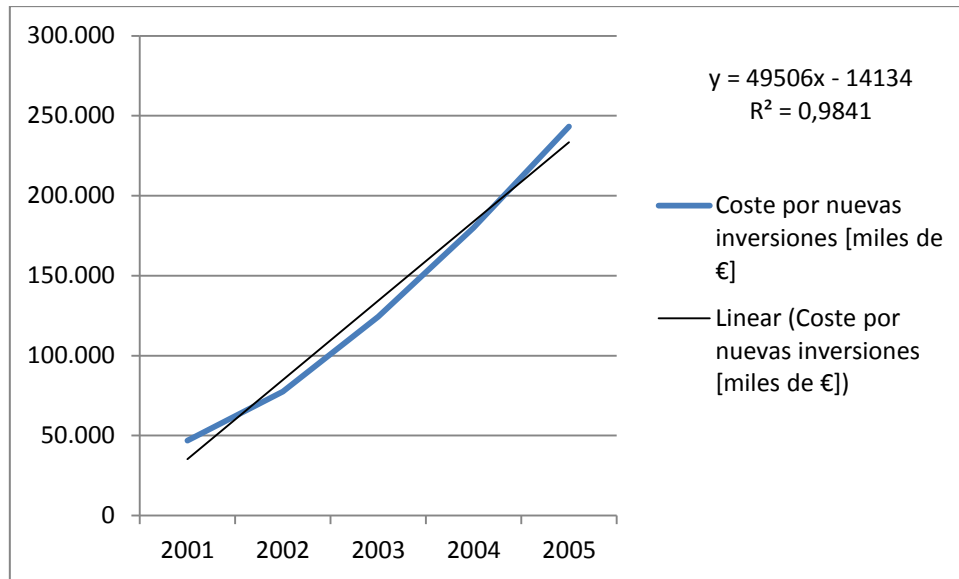


Figura 5.6. Línea de tendencia de las inversiones hechas entre 2001 y 2005

Fuente: Elaboración propia.

## 5.2.- Instalaciones puestas en servicio a partir del 1 de Enero de 2008, RD 325/2008

Para el cálculo de la retribución anual de transporte ( $R_{in}$ ), reconocida del elemento inmovilizado  $\langle\langle i \rangle\rangle$  en el año  $\langle\langle n \rangle\rangle$  se utiliza la siguiente formulación (según RD 325/2008):

$$R_{in} = CI_{in} + COM_{in} \quad (5.7)$$

$$CI_{in} = A_{in} + RF_{in} \quad \forall n \geq \text{Año de puesta en servicio} \quad (5.8)$$

$$A_{in} = \left( \frac{VI_i}{VU_i} \right) \cdot (1 + TA)^{(m-1)} \quad \forall m \geq 1 \quad (5.9)$$

$$RF_{in} = VNI_{in} + TR_i \quad \forall n \geq \text{Año de puesta en servicio} \quad (5.10)$$

$$VNI_{in} = \left( VI_i - (m-1) \cdot \frac{VI_i}{VU_i} \right) \cdot (1 - TA)^{m-1} \quad (5.11)$$

$$R_{in} = \left( \left( \frac{VI_{in}}{VU_{in}} \right) \cdot (1 + TA)^{(m-1)} \right) + \left( VI_i - (m-1) \cdot \left( \frac{VI_i}{VU_i} \right) \cdot (1 + TA)^{(m-1)} \right) + TR_i + COM_{in} \quad (5.12)$$

Dónde:

$CI_{in}$  son los costes de inversión del elemento de inmovilizado  $\langle\langle i \rangle\rangle$  en el año  $\langle\langle n \rangle\rangle$ , se calculan según las ecuaciones (5.8), (5.9) y (5.10).

$COM_{in}$  representa los costes de operación y mantenimiento de la instalación  $\langle\langle i \rangle\rangle$  en el año  $\langle\langle n \rangle\rangle$ . Estos costes son aprobados por orden del Ministro de Industria a propuesta



de la Comisión Nacional de la Energía y deben actualizarse anualmente según el índice de actualización IA que sigue la siguiente ecuación:

$$IA = 0,15 \cdot (IPRI - X) + 0,85 \cdot (IPC - Y)^2 \quad (5.13)$$

$A_{in}$  representa la retribución por la amortización de la inversión del elemento inmovilizado.

$RF_{in}$  es la retribución financiera de la inversión del elemento inmovilizado.

$VI_i$  representa el valor reconocido de la inversión del elemento de inmovilizado en la correspondiente resolución de la Dirección General de Política Energética y Minas.

$VU_i$  representa la vida útil regulatoria del elemento de inmovilizado y toma los siguientes valores:

	Años
Líneas aéreas y subterráneas	40
Transformadores, reactancias y condensadores	40
Despachos de maniobra y centros de control	14

Tabla 5.7. Vida útil regulatoria de instalaciones de la red de transporte.  
Fuente RD 325/2008

TA es la tasa de actualización con valor constante de 2,5% durante todos los años.

m es el número de años transcurridos desde la puesta en servicio de la instalación.

$TR_i$  se corresponde con la tasa financiera de retribución a aplicar a la instalación y su valor se corresponde con el rendimiento de las Obligaciones del Estado a 10 años más 375 puntos básicos en el momento de la inversión y se mantendrá para toda la vida útil de la instalación.

$VNI_{in}$  es el valor neto actualizado de la inversión de la instalación a principio del año <<n>>.

<sup>2</sup> IPRI variación anual del índice de precios industriales de bienes de equipo, X: 50 puntos básicos Y: 100 puntos básicos.

### **5.3.- Evolución temporal de los costes del transporte de energía eléctrica**

A continuación se puede ver la evolución de los costes de transporte entre los años 2008 y 2010, es decir, desde la entrada en vigor del RD 325/2008 que regula las retribuciones a las nuevas instalaciones puestas en servicio a partir del 1 de Enero de 2008.

En dichos costes, como se ha visto anteriormente, se encuentran incluidos los costes de las instalaciones puestas en servicio con anterioridad a 1 de Enero de 2008 y que está pendientes de amortización:

	2008	2009	2010
<b>Retribución al transporte</b>	<b>(Miles de €)</b>	<b>(Miles de €)</b>	<b>(Miles de €)</b>
Red Eléctrica de España, S.A.	1026909	1129116	1180832
Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U.	17	22	21
Unión Fenosa Distribución, S.A.	40457	40096	48810
Endesa, S.A. (Peninsular)	25566	30466	28895
Hidrocantábrico Distribución Eléctrica, S.A.	5873	7397	7317
<b>Total Peninsular</b>	<b>1098822</b>	<b>1207097</b>	<b>1265875</b>
Endesa, S.A. (Extra peninsular)	118484	136924	131229
<b>Total Extra peninsular</b>	<b>118484</b>	<b>136924</b>	<b>131229</b>
<b>Total</b>	<b>1217306</b>	<b>1344021</b>	<b>1397104</b>

Tabla 5.8. Retribuciones al transporte 2008-2010.

Fuente: MITyC ITC3860/2007 - ITC3801/2008 - ITC 3519/2009

En el gráfico 2 se puede observar la evolución de los costes del transporte en función de la empresa transportista. Si tenemos en cuenta que el negocio del transporte de energía eléctrica es regulado por el estado y que a fecha de 2011 R.E.E. es propietaria del 99% de la red de transporte se puede comprender cómo la mayor parte de los costes proceden de dicha empresa.

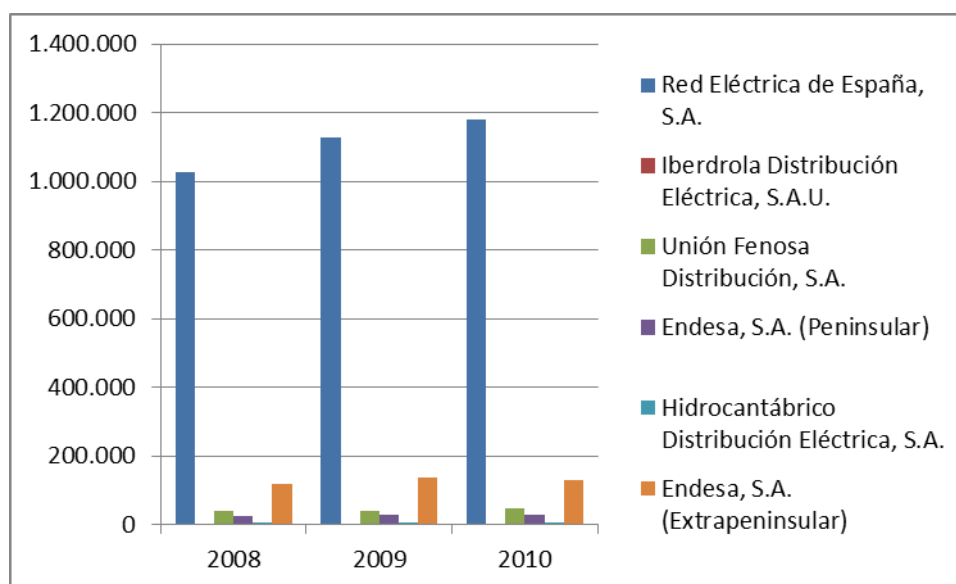


Gráfico 5.7. Evolución anual de los costes de la red de transporte en Miles €.

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico 5.6 se puede apreciar la evolución total de los costes de transporte. Si se tiene en cuenta que todas las instalaciones puestas en servicio con anterioridad a 1 de Enero de 2008 contribuyen al crecimiento de costes únicamente con las actualizaciones de sus amortizaciones, de acuerdo con el IPC e IPRI interanuales, y que además dejarán de retribuirse al finalizar su vida útil reconocida, se puede llegar a la conclusión de que el crecimiento de los costes al transporte dependerá en gran medida de dos factores:

- 1) La edad de la red de transporte, es decir, los años de servicio que lleven las instalaciones ya que cuando llegue el final de su vida útil no contribuirán a las retribuciones en caso de que se mantengan en explotación.
- 2) La puesta en servicio de nuevas instalaciones, la manera de retribuir el transporte de energía eléctrica incentiva la construcción de nuevas instalaciones.

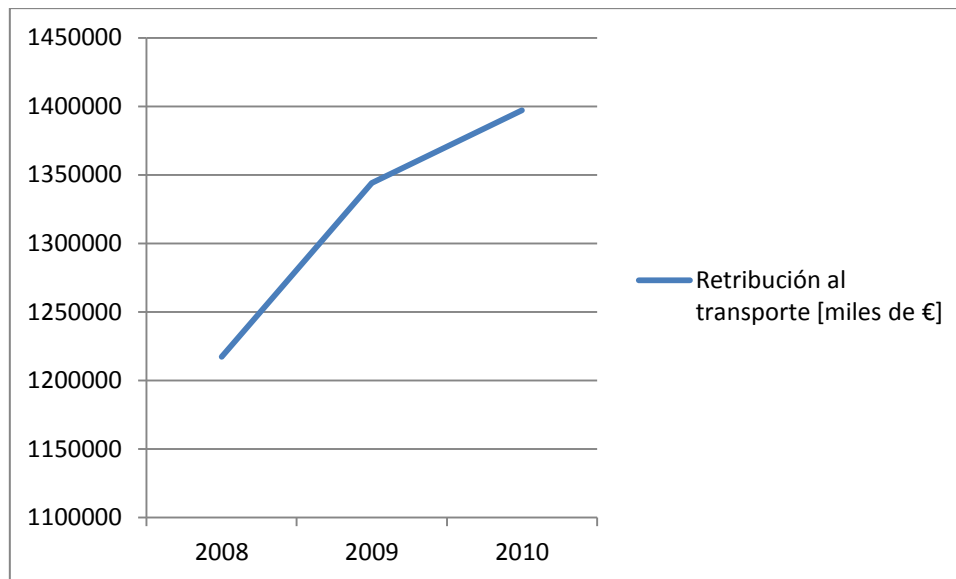


Gráfico 5.8. Evolución anual total de los costes de transporte.

Fuente: Elaboración propia.

El Ministerio de Industria Turismo y Comercio elaboró en 2008 el documento “Planificación de los sectores de electricidad y gas 2008 – 2016. Desarrollo de las redes de transporte”. En él se puede suponer la evolución de la red de transporte en los próximos años:

- 1) La tendencia en cuanto a subestaciones será la tecnología blindada.
- 2) Los desequilibrios entre la generación y la demanda en distintas zonas peninsulares obligan a transportar la energía desde las zonas excedentarias a las deficitarias, esto produce pérdidas de energía, por lo que son necesarias inversiones en redes que soporten estos flujos de energía.
- 3) La función objetivo a minimizar es:

Costes de inversión + costes de operación y mantenimiento.

Para poder predecir la evolución de las retribuciones que obtendrán las instalaciones que entraron en servicio antes de 2008 (teniendo en cuenta que este grupo de instalaciones se divide a su vez en dos subgrupos, instalaciones que entraron en servicio antes de 1998 e instalaciones que entraron en servicio entre 1998 y 2008), se ha estudiado entre los años 2001 y 2005, la evolución de éstas retribuciones. Con éstos datos, se ha asumido una evolución lineal cuya ecuación se puede ver en la gráfica 5.9:

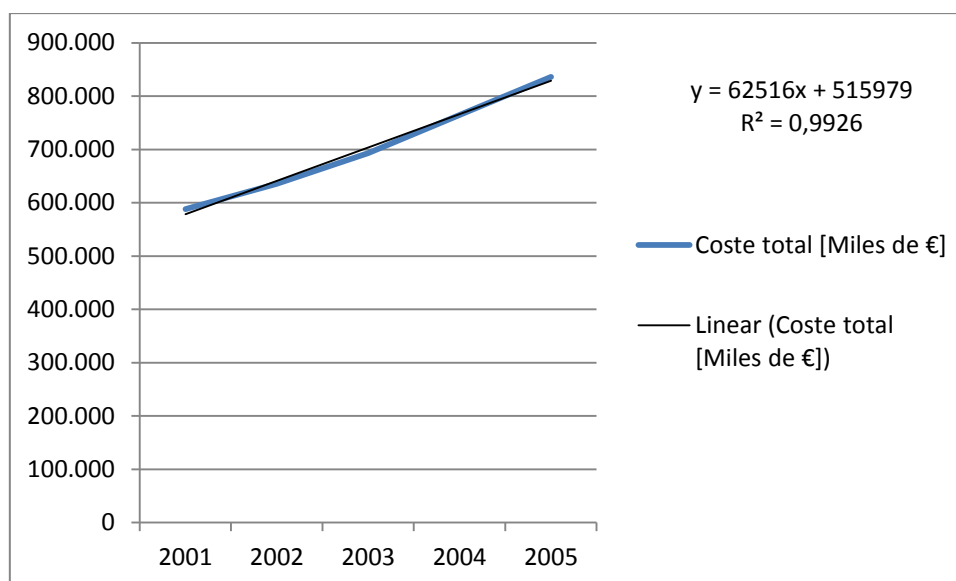


Gráfico 5.9. Evolución de retribuciones de instalaciones anteriores a 2008 y línea de tendencia.

Fuente: Elaboración propia.

En la ecuación de tendencia que se puede apreciar en el gráfico 5.9 “x” toma los valores que se puede apreciar en la ecuación 5.14

$$x = (\text{año de cálculo} - 2000) \quad (5.14)$$

Dicha ecuación de tendencia ha sido calculada usando los datos que se puede apreciar en la tabla 5.9:

Año	Coste por nuevas inversiones [Miles de €]	Coste acreditado por instalaciones anteriores a 1998 [Miles de €]	Coste total [Miles de €]	Fuente
2001	46.854	541.428	588.282	Informe 16/2000
2002	77.554	557.673	635.227	Informe 14/2001
2003	124.375	568.927	693.302	Informe 18/2002
2004	179.951	584.754	764.705	Informe 10/2003
2005	243.184	592.940	836.124	Informe 7/2004

Tabla 5.9. Costes para instalaciones puestas en servicio con anterioridad a 2008.

Fuente: CNE.

Siguiendo la ecuación de tendencia que se puede apreciar en el gráfico 5.9, se obtienen las retribuciones para cualquier instalación puesta en servicio con anterioridad a 2008 que será utilizada en próximos capítulos para calcular las retribuciones totales al transporte:





Año	Retribución por instalaciones anteriores a 2008 [Miles de €]
2001	578495
2002	641011
2003	703527
2004	766043
2005	828559
2006	891075
2007	953591
2009	1078623
2010	1141139
2011	1203655
2012	1266171
2013	1328687
2014	1391203
2015	1453719

Tabla 5.10. Retribuciones calculadas para todas las instalaciones puestas en servicio con anterioridad a 2008.

Fuente: Elaboración propia.





## **Capítulo 6. Cálculo de las retribuciones a la distribución de energía eléctrica**



## **6.- Cálculo de las retribuciones a la distribución de energía eléctrica**

Para calcular las retribuciones anuales a la actividad de la distribución de energía eléctrica es necesario hacer mención al Real Decreto RD 222/2008, de 15 de febrero, dónde se especifica la manera en que se retribuye la actividad.

El RD 222/2008 cambia la manera en que los ingresos de las compañías distribuidoras quedan fijados. En lugar de asignar a las empresas distribuidoras los ingresos como porcentaje de una bolsa común, el RD establece una formulación con la que se calculan los ingresos individualmente a cada una de las empresas.

Este Real Decreto introduce incentivos para las empresas en función de la calidad del suministro y de la reducción de las pérdidas en las instalaciones de distribución. A su vez busca una manera más objetiva de retribución, para lo cual utiliza el “Modelo de Red de Referencia” que se analiza posteriormente.

En el caso particular de la distribución de energía eléctrica, las retribuciones se calculan para periodos regulatorios de 4 años. Esto quiere decir que cada cuatro años se debe revisar el modelo por el que se retribuye la actividad. En la figura 4.1 se describe el proceso actual de retribución de la red de distribución de energía eléctrica.

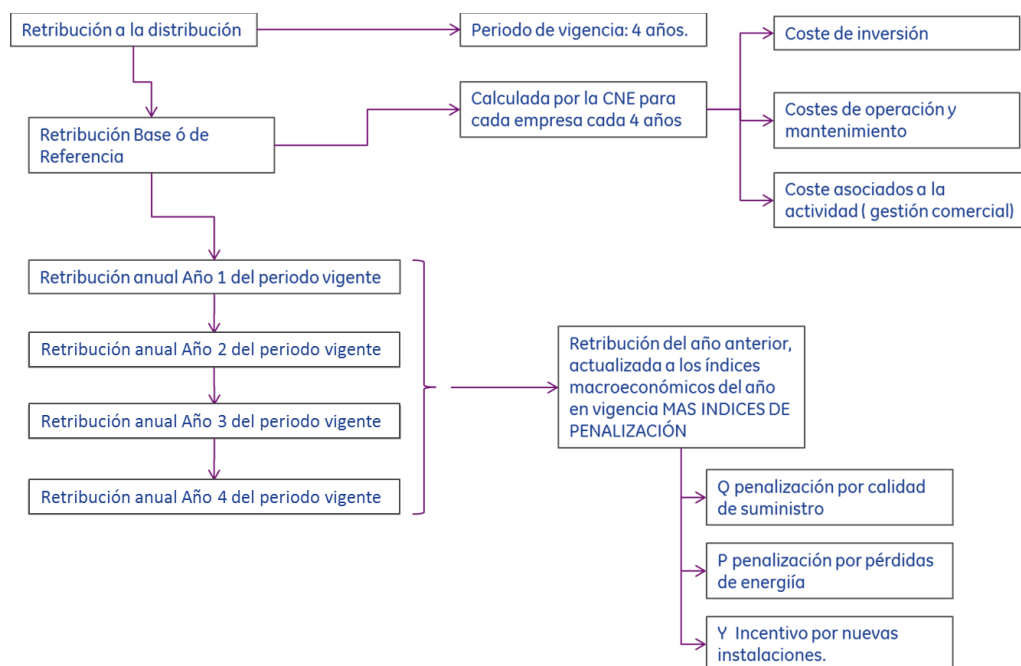


Figura 6.1. Retribución a la distribución.  
Fuente: Elaboración propia.

La formulación en la que se basa la retribución es la siguiente:

$$R^i_0 = R^i_{base} \cdot (1 + IA_0) \quad (6.1)$$

$$R^i_1 = R^i_0 \cdot (1 + IA_1) + Y^i_0 + Q^i_0 + P^i_0 \quad (6.2)$$

$$R^i_2 = (R^i_1 - Q^i_0 - P^i_0) \cdot (1 + IA_2) + Y^i_1 + Q^i_1 + P^i_1 \quad (6.3)$$

$$R^i_3 = (R^i_2 - Q^i_1 - P^i_1) \cdot (1 + IA_3) + Y^i_2 + Q^i_2 + P^i_2 \quad (6.4)$$

$$R^i_4 = (R^i_3 - Q^i_2 - P^i_2) \cdot (1 + IA_4) + Y^i_3 + Q^i_3 + P^i_3 \quad (6.5)$$

Dónde:

$R^i_{base}$ , es el nivel de retribución de referencia para la empresa i, que es establecido por el Ministro de Industria Turismo y Comercio y que posteriormente será analizado.

$R^i_0$ , es el nivel de retribución de referencia para la empresa i actualizado al año en el cual se efectúan los cálculos.

$R^i_n$ , es la retribución reconocida por la actividad de distribución eléctrica a la empresa distribuidora i en el año n del periodo regulatorio, que como se ha mencionado con anterioridad tiene una duración de 4 años.

$Q^i_{n-1}$ , es el incentivo o penalización a la calidad de servicio repercutido a la empresa distribuidora i en el año n asociado al grado de cumplimiento durante el año n-1 de los objetivos establecidos para los índices de calidad de servicio. Éste coeficiente de calidad se calcula según la siguiente formulación:

$$Q^i_{n-1} = 0.03 \cdot R^i_{n-1} \cdot (\beta^i_U \cdot X^i_{U,n-1} + \beta^i_{SU} \cdot X^i_{SU,n-1} + \beta^i_{RC} \cdot X^i_{RC,n-1} + \beta^i_{RD} \cdot X^i_{RD,n-1}) \quad (6.6)$$

Dónde:

$X_{U,n-1} = \left(1 - \frac{TIEPI_{U-REAL,n-1}}{TIEPI_{U-OBJETIVO,n-1}}\right) + \left(1 - \frac{NIEPI_{U-REAL,n-1}}{NIEPI_{U-OBJETIVO,n-1}}\right)$  (6.7); es un indicador del cumplimiento de la calidad del suministro en las zonas urbanas en la que la empresa i distribuye durante el año n-1

$\beta^i_U$ , es el factor de ponderación de la zona urbana a efectos del incentivo de calidad para la empresa distribuidora i.

Los subíndices SU, RC y RD corresponden a la zona en la que la empresa i distribuye y son: zona semiurbana, rural concentrada y rural dispersa respectivamente. Éstas zonas quedan definidas en el RD 222/2008.

Los valores de  $TIEPI_{REAL,n-1}$  y  $NIEPI_{REAL,n-1}$  son los valores del TIEPI y NIEPI que se observen en las instalaciones de distribución de la empresa  $i$  durante el año  $n-1$ , calculados según la orden ECO 797/2002 por la que se aprueba el procedimiento de medida y control de la continuidad del suministro eléctrico, en cada una de las zonas Urbana, Semiurbana, Rural Concentrada y Rural Dispersa.

Dónde:

- TIEPI se define como, el tiempo de interrupción equivalente de la potencia instalada ( $1kV < V \leq 36kV$ ) según MITYC.
- NIEPI se define como, el número de interrupción equivalente de la potencia instalada ( $1kV < V \leq 36kV$ ) según MITYC.

Ambas definiciones se pueden encontrar en <http://www.mityc.es>

Los valores de  $TIEPI_{OBJETIVO,n-1}$  y  $NIEPI_{OBJETIVO,n-1}$  para cada una de las zonas son los valores del TIEPI Y NIEPI establecidos como límites de cumplimiento de la continuidad de la calidad zonal, vigentes en el año  $n-1$ .

Este incentivo de calidad  $Q_{n-1}^i$  no podrá ser mayor que 3% de  $R_{n-1}^i$  ni menor que -3% de  $R_{n-1}^i$ , es decir, de la retribución que la empresa ha recibido el año anterior por la actividad de la distribución.

$P_{n-1}^i$ , es el incentivo o penalización por la reducción de pérdidas repercutido a la empresa distribuidora  $i$  el año  $n$  asociada al grado de cumplimiento de los objetivos establecidos para el año  $n-1$ .

Este incentivo  $P_{n-1}^i$  se calcula utilizando la siguiente formulación:

$$P_{n-1}^i = 0.8 \cdot Pr_{Eperd} \cdot (Eperd_{obj,n-1}^i - Eperd_{n-1}^i) \cdot (E_{pf}^i + E_g^i) \quad (8)$$

Donde:

$$Eperd_{n-1}^i = \frac{(E_{pf}^i + E_g^i) - E_f^i}{(E_{pf}^i + E_g^i)} \quad (9) \text{ donde a su vez:}$$

$E_{pf}^i$ ; es la energía medida en los puntos frontera en el año  $n-1$  expresados en MWh

$E_{pg}^i$ ; es la energía generada en el año  $n-1$  en las instalaciones conectadas a sus redes expresada en MWh.

$E_f^i$ ; es la energía facturada el año  $n-1$  a los clientes conectados a sus redes expresadas en MWh.

$E_{perd}^i$ ; son las pérdidas objetivo de la empresa distribuidora  $i$  el año  $n-1$  expresadas en tanto por uno sobre la suma de la energía medida en los puntos frontera prevista más la generada en las instalaciones conectadas a sus redes prevista.

$Pr^i_{E_{perd}}$ , es el precio de la energía de pérdidas. Éste precio considerará el valor de ahorro que supone la reducción de pérdidas y se expresa en €/MWh.

$IA_n$ , es el índice de la actualización del año  $n$  que se calcula según la siguiente fórmula:

$$IA_n = 0.2 \cdot (IPC_{n-1} - x) + 0.8(IPRI_{n-1} - y) \quad (9)$$

Dónde:

IPC es índice de precios al consumo e IPRI es el índice de precios industriales de bienes de equipo ambos se calculan en cómputo interanual en el mes de Octubre del año  $n-1$ .

Los factores  $x$  e  $y$  de eficiencia tomarán los valores de  $x = 80$  puntos básicos e  $y = 40$  puntos básicos para el periodo regulatorio en el que nos encontramos (2009-2012).

Por último  $Y^i_{n-1}$ , es la variación de la retribución reconocida a la empresa distribuidora  $i$  asociada al aumento de la actividad de distribución de dicho distribuidor durante el año  $n-1$ .

Previamente, para el cálculo de las retribuciones del primer año del periodo regulatorio  $R^i_1$  o en éste caso  $R^i_{2009}$  y basándose en el antiguo procedimiento de cálculo de retribuciones a la actividad de la distribución eléctrica, se ha calculado, para cada empresa individualmente, unos costes de referencia o  $R^i_{0-2008}$ .

Estos costes de referencia son calculados a partir de los valores de retribución de 2007

$R^i_{2007}$  y siguiendo la siguiente ecuación:

$$R^i_{0-2008} = R^i_{2007} \cdot 1,028 \cdot (1 + \Delta D^i_{2007} \cdot Fe^i) \quad (10)$$

Donde:

$Fe^i$ , es el factor de escala aplicable a la empresa distribuidora. Dicho factor es específico para cada empresa distribuidora y viene definido por orden del Ministro de Industria, Turismo y Comercio a propuesta de la Comisión Nacional de la Energía.

$\Delta D^i_{2007}$ , es el aumento de la demanda media anual en abonado final en las instalaciones de distribución gestionadas por la empresa  $i$  en el año 2007, una vez corregido el efecto de laboralidad y temperatura, en tanto por uno.

$R^i_{2007}$ , toma los valores de la siguiente tabla:



<b>Retribución a la distribución</b>	<b>(Miles de €)</b>
Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U.	1297585
Unión Fenosa Distribución, S.A.	603888
Hidrocantábrico Distribución Eléctrica, S.A.	123142
Eléctrica de Viesgo Distribución, S.L.U.	116750
Endesa (peninsular)	1429484
Endesa (extra peninsular)	283382
FEVASA	154
SOLANAR	212
<b>Total</b>	<b>3854597</b>

Tabla 6.1. Retribuciones reconocidas a la distribución año 2007.

Fuente: RD 222-2008.

Siguiendo ésta formulación se obtienen los costes de la actividad de la distribución eléctrica para el año 2008 que servirá como referencia para el cálculo de las retribuciones a la distribución eléctrica dentro del intervalo 2009 – 2012, los cuales se pueden observar en la siguiente tabla:

<b>Retribución a la distribución</b>	<b>(Miles de €)</b>
Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U.	1361419
Unión Fenosa Distribución, S.A.	633711
Hidrocantábrico Distribución Eléctrica, S.A.	129047
Eléctrica de Viesgo Distribución, S.L.U.	122558
Endesa (peninsular)	1500070
Endesa (extra peninsular)	297375
FEVASA	161
SOLANAR	220
<b>Total</b>	<b>4044561</b>

Tabla 6.2. Costes definitivos de la red de distribución año 2008

Fuente: <http://www.cne.es>

### **6.1.- Evolución temporal de la retribución a la actividad de la distribución eléctrica durante el periodo regulatorio vigente (2009 – 2012)**

La evolución temporal de la retribución a la distribución se muestra en la siguiente tabla 6.3:

	2008	2009	2010	2011 <sup>3</sup>
<b>Retribución a la distribución</b>	<b>(Miles de €)</b>	<b>(Miles de €)</b>	<b>(Miles de €)</b>	<b>(Miles de €)</b>
Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U.	1361419	1498535	1593124	1667504
Unión Fenosa Distribución, S.A.	633711	704218	753030	806754
Hidrocantábrico Distribución Eléctrica, S.A.	129047	140650	151939	158522
Eléctrica de Viesgo Distribución, S.L.U. / E.ON Distribución S.L.	122558	137080	145472	151762
Endesa (peninsular)	1500070	1647616	1734739	1766292
Endesa (extra peninsular)	297375	309032	308528	309700
FEVASA	161	189	324	363
SOLANAR	220	310	338	340
<b>Total</b>	<b>4044561</b>	<b>4437630</b>	<b>4687494</b>	<b>4861237</b>

Tabla 6.3. Evolución de los costes a la distribución 2008-2011

Fuente: ITC 3860/2007, ITC 3519/2009, ITC 3353/2011

Se puede apreciar, en las siguientes gráficas 6.1 y 6.2, una evolución prácticamente lineal de la retribución.

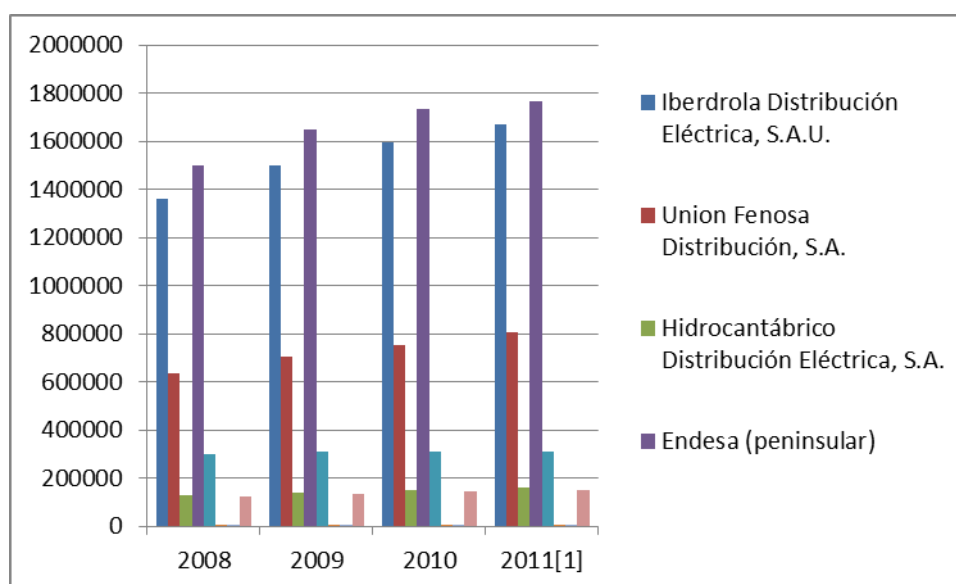


Gráfico 6.1. Evolución anual de los costes de distribución en miles de €.

Fuente: Elaboración propia.

<sup>3</sup> La retribución de la actividad de distribución eléctrica para el año 2011 a fecha de redacción de éste proyecto es provisional (previsión calculada por la CNE).

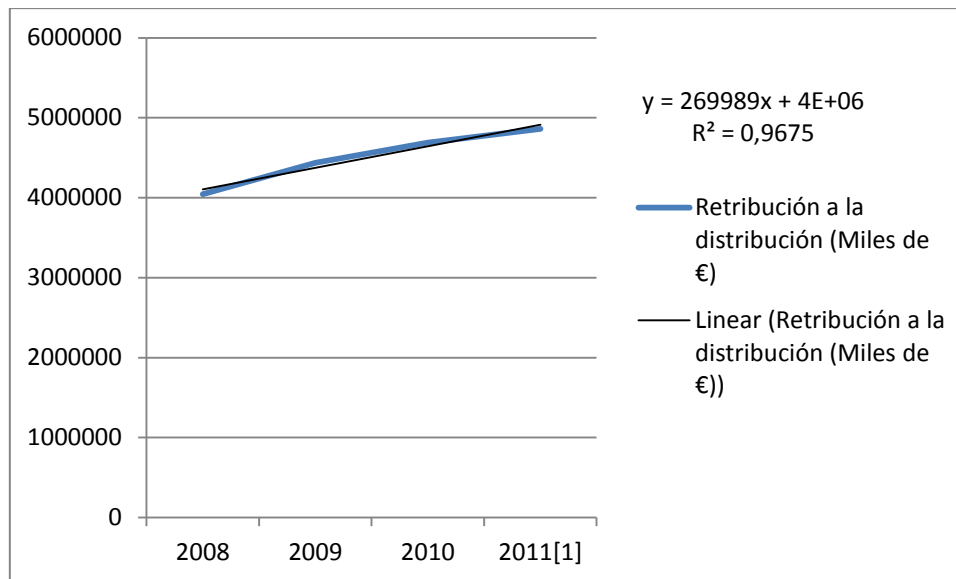


Gráfico 6.2. Evolución anual de los costes de distribución y ecuación de tendencia.

Fuente: Elaboración propia.

Se podría concluir que la respuesta temporal del sistema en los próximos años del periodo de regulación vigente (2011 y 2012) seguirá la linealidad mostrada en la gráfica, sin embargo sería notable destacar la situación macroeconómica actual que podría tener su influencia frenando el crecimiento en mayor o menor medida la creación de nuevos puntos de consumo ya sean de tipo industrial o doméstico.

## **6.2.- Modelo de Red de Referencia**

El Modelo de Red de Referencia es una herramienta de contraste técnico. Dicho modelo caracteriza, para todo el territorio nacional, las zonas donde ejercen la actividad cada uno de los distribuidores, determinando la red de referencia de distribución necesaria para enlazar la red de transporte o, en su caso, red de distribución, con los consumidores finales, caracterizados por su ubicación geográfica, su tensión de alimentación y su demanda de potencia y energía.

La responsabilidad de elaboración de éste modelo le correspondió a la Comisión Nacional de la Energía (CNE) así como la custodia del código fuente y del programa ejecutable.

Los elementos que contiene el modelo de red de referencia son:

- Red de Referencia Base Cero, que es aquella red que enlaza a los consumidores de una empresa, distribuidora con la red de transporte o en su caso distribución, resultante de aplicar el Modelo de Red de Referencia.
- Red de Referencia Base Cero en Baja Tensión, que aquella red generada por el Modelo de Red de Referencia, que enlaza a los consumidores de baja tensión de una empresa distribuidora con centros de transformación inventariados y caracterizados por su ubicación geográfica.
- Red incremental, que es la resultante de conectar los nuevos clientes a las redes inventariadas.



La validación del modelo de red de referencia se puede consultar en el documento publicado por la “CNE INFORME SOBRE EL MANDATO A LA CNE RELATIVO AL CONTRASTE Y VALIDACIÓN DE LA APLICACIÓN DEL MODELO DE RED DE REFERENCIA PARA EL AÑO 2009 Y SIGUIENTES” el 10 de Junio de 2010.



## **Capítulo 7. Prima de régimen especial**



## **7.- Prima de régimen especial**

La actividad de generación de energía eléctrica en régimen especial recoge la generación de energía eléctrica en instalaciones con potencias no superiores a 50 MW que utilizan como energía primaria energías renovables o residuos y aquellas otras como la cogeneración que implican una tecnología con un nivel de eficiencia y ahorro energético considerable.

El ámbito de aplicación de ésta actividad comprende instalaciones con potencias inferiores a 50 MW y que pertenezcan a alguno de los siguientes grupos:

- Instalaciones que utilicen cogeneración u otras formas de producción de energía eléctrica asociadas a la electricidad, con un rendimiento energético elevado.
- Instalaciones que utilicen energías renovables, biomasa, biocombustible etc.
- Instalaciones que utilicen residuos urbanos u otros residuos.
- Instalaciones de tratamiento y reducción de residuos agrícolas, ganaderos y servicios.
- Instalaciones eólicas marinas de cualquier potencia.
- Instalaciones eólicas, solar fotovoltaica, sola térmica, geotérmica, etc.

Éste régimen retributivo especial está regulado por el RD 661/2007, de 25 de Mayo.

Éste Real Decreto establece que para vender total o parcialmente la energía generada en régimen especial, el titular de la instalación, debe elegir una de las opciones siguientes:

- Ceder la energía al sistema a través de la red de transporte o distribución, percibiendo por ella una tarifa regulada, única para todos los periodos de programación.
- Vender la electricidad en el mercado de producción de energía eléctrica en cuyo caso el precio de dicha energía será el que establezca el mercado organizado o el libremente negociado por el titular, complementado en su caso por una prima en céntimos de euro por kilovatio hora.

### **7.1.- Ámbito de aplicación de RD 661/2007**

Según el RD 661/2007 las instalaciones acogidas a la producción de energía eléctrica en régimen especial son las siguientes:

- Categoría a. Productores que utilicen la cogeneración u otras formas de producción de energía a partir de energías residuales.
- Categoría b. Instalaciones que utilicen como energía primaria alguna de las energías renovables no consumibles, biomasa o cualquier tipo de biocarburante, siempre y cuando su titular no realice actividades de producción en régimen ordinario.
- Categoría c. Instalaciones que utilicen como energía primaria residuos con valorización energética no contemplados en la categoría b.

En la tabla 7.1 se puede ver la clasificación de instalaciones acogidas a éste Real Decreto:



Grupo	Subgrupo	Descripción
a.1		Productores que utilicen la cogeneración u otras formas de generación a partir de residuos
		Instalaciones que contengan una central de cogeneración
	a.1.1	Cogeneraciones que utilicen el gas natural como combustible
	a.1.2	Cogeneraciones que utilicen como combustible gasóleo, fuel - oil o gases licuados
	a.1.3	Cogeneraciones que utilicen como combustible principal la biomasa y/o biogás
a.2	a.1.4	Resto de cogeneraciones
		Instalaciones que incluyan una central que utilice energías residuales procedentes de cualquier instalación máquina o proceso industrial cuya finalidad no sea la producción de energía eléctrica
		Instalaciones que utilicen como energía primaria alguna de las energías renovables no consumibles, biomasa o cualquier tipo de biocarburante.
b.1		Instalaciones que utilicen como energía primaria la energía solar.
	b.1.1	Instalaciones que utilicen la energía solar fotovoltaica como energía primaria
b.2	b.1.2	Instalaciones que utilicen únicamente procesos térmicos para la transformación de la energía solar en electricidad
		Instalaciones que únicamente utilicen como energía primaria la energía eólica
	b.2.1	Instalaciones eólicas ubicadas en tierra
	b.2.2	Instalaciones eólicas ubicadas en el mar territorial
b.3		Instalaciones que únicamente utilicen como energía primaria la geotermia
b.4		Instalaciones hidroeléctricas cuya potencia no sea superior a 10 MW
b.5		Instalaciones hidroeléctricas cuya potencia sea superior a 10 MW e inferior a 50 MW
b.6		Instalaciones que utilicen como combustible principal biomasa procedente cultivos energéticos, de residuos procedentes de las actividades agrícolas o de jardinerías o procedentes de residuos forestales
	b.6.1	Instalaciones que utilicen como combustible principal biomasa procedente cultivos energéticos
	b.6.2	Instalaciones que utilicen como combustible principal biomasa procedente de las actividades agrícolas o de jardinerías
	b.6.3	Instalaciones que utilicen como combustible principal biomasa procedente de residuos forestales
		Instalaciones que utilicen como combustible principal la biomasa procedente
		de estiércoles, biocombustible o biogás procedente de la digestión anaerobia
b.7		de residuos agrícolas y ganaderos etc.
	b.7.1	Instalaciones que utilicen como combustible principal el biogás de vertederos



b.8	b.7.2	Instalaciones que empleen como combustible principal el biogás generado en digestores
	b.7.3	Instalaciones que empleen como combustible principal estiércoles mediante combustión y biocombustible líquidos
		Centrales que utilicen como combustible principal biomasa procedente de instalaciones industriales
	b.8.1	Centrales que utilicen como combustible principal biomasa procedente de instalaciones industriales del sector agrícola
	b.8.2	Centrales que utilicen como combustible principal biomasa procedente de instalaciones industriales del sector forestal
	b.8.3	Centrales que utilicen como combustible principal biomasa procedente de instalaciones industriales de la industria papelera
		Instalaciones que utilicen como energía primaria residuos con valorización energética no contemplados en la categoría b
c.1		Centrales que utilicen como combustible principal residuos sólidos urbanos
c.2		Centrales que utilicen como combustible principal otros residuos no contemplados anteriormente
c.3		Centrales que utilicen como combustible principal residuos siempre que éstos no
		supongan menos del 50 % de la energía primaria utilizada
c.4		Centrales que hubieran estado acogidas al RD 2366/1994

Tabla 7.1. Instalaciones acogidas a la generación en régimen especial.

Fuente: RD 661/2007

## **7.2.- Régimen económico**

Según RD 661/2007, el titular de una instalación acogida a generación de energía eléctrica bajo régimen especial tiene dos posibilidades a la hora de vender la energía generada:

- Cederla a la red de distribución o transporte bajo una tarifa regulada.
- Venderla en el mercado organizado de energía eléctrica complementada por una prima expresada en céntimos de euro por kilovatio hora.

La tarifa regulada consiste en una cantidad fija, única para todos los periodos de programación y que se determina en función de la categoría, grupo y subgrupo al que pertenezca la instalación de donde proceda la energía generada así como a la potencia de la instalación y a la fecha de puesta en servicio de dicha instalación. Dicha tarifa puede ser consultada en el Anexo C del presente documento.

Para el presente proyecto se estimarán los costes de generación en régimen especial basándose en la tendencia histórica de los mismos, ésta tendencia se puede apreciar en la tabla 7.2 (han sido recopilados los datos de costes de generación en régimen especial desde el año 2007, año de entrada en vigor del RD 661/2007).

Año	2007	2008	2009	2010
Prima de régimen especial [Miles de €]	4.446.000	4.008.563	5.379.000	5.888.099

Tabla 7.2. Costes de generación en régimen especial  
Fuente: CNE

En el gráfico 7.1 se puede apreciar la tendencia de dichos costes así como la ecuación que determina ésta correlación.

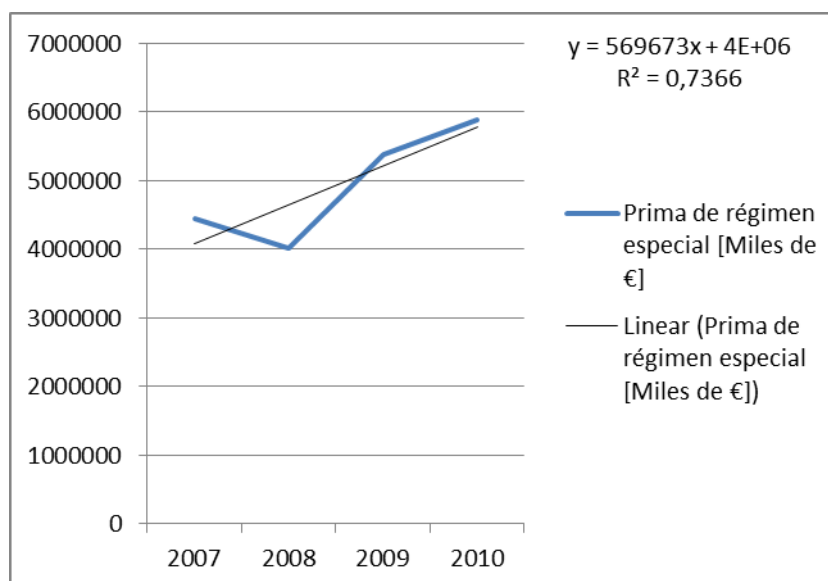


Gráfico 7.1. Evolución histórica de los costes de generación en régimen especial.  
Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, para estimar los costes de la generación en régimen especial para el año 2011 se utilizará la ecuación que se puede apreciar en el gráfico anterior siendo  $x=5$ .

$$\text{Costes}_{2011} = 569673 \cdot 5 + 4 \cdot 10^6 = 6848365 \text{ Miles de € (7.1)}$$

Si se compara ésta previsión con la realizada por la CNE (tabla 4.1) se aprecia la siguiente diferencia:

$$\text{Diferencia de estimación} = 6848365 \text{ Miles de €} - 6759245 \text{ Miles de €} = 89.120 \text{ Miles de €}$$



## **Capítulo 8. Resto de costes de acceso**



## **8.- Resto de costes de acceso**

En el presente capítulo se estudiará la evolución del resto de costes de acceso a la red y se estimará la evolución de dichos costes mediante el análisis de la evolución histórica de los mismos.

En éstos costes se incluyen las retribuciones de los agentes del mercado (CNE, REE, OM etc.), el déficit generado por las actividades reguladas, los costes de diversificación (moratoria nuclear y 2ª parte del ciclo de combustible nuclear), los costes de gestión comercial y las partidas correspondientes a costes de mantenimiento del sistema (limpieza de márgenes, seguridad de suministro etc...)

### **8.1- Costes de gestión comercial**

Las retribuciones que reciben las empresas distribuidoras por la gestión comercial de la energía eléctrica son establecidas y aprobadas por el MITyC anualmente y en la tabla 8.1 se puede apreciar su evolución histórica desde el año 2008, siendo la retribución correspondiente al año 2011 provisional.

	2008	2009	2010	2011
<b>Retribución a la gestión comercial</b>	<b>(Miles de €)</b>	<b>(Miles de €)</b>	<b>(Miles de €)</b>	<b>(Miles de €)</b>
Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U.	122534	122534	88808	88808
Unio Fenosa Distribución, S.A.	42388	42388	30721	30721
Hidrocantábrico Distribución Eléctrica, S.A.	7966	7966	5773	5773
E.ON Distribución, S.L.	6861	6861	4973	4973
Endesa (peninsular)	113000	113000	81899	81899
Endesa (extrapeninsular)	19841	19841	14380	14380
FEVASA	41	41	30	30
SOLANAR	9	9	7	7
<b>Total</b>	<b>312640</b>	<b>312640</b>	<b>226591</b>	<b>226591</b>

Tabla 8.1. Evolución histórica de las retribuciones por gestión comercial.  
Fuente: Año 2008, ITC/3860/2007. Año 2009, ITC /3801/2008. Año 2010, ITC/3519/2009. Año 2011, ITC /3353/2010.

En éste caso particular de retribuciones a la gestión comercial, utilizaremos la previsión estimada por el MITyC para la estimación de costes totales del sistema calculada en éste proyecto. Por lo tanto la estimación de costes por gestión comercial para el año 2011 es la que aparece en la tabla 8.1, 226.591 miles de €.

### **8.2.- Costes de seguridad de suministro**

Según la ITC 2370/2007, el cálculo de la retribución al servicio de interrumpibilidad sigue la siguiente formulación:

$$RSI = DI \cdot FE \quad (8.1)$$

Dónde:

RSI, es la retribución anual del servicio de interrumpibilidad expresado en euros, con el límite de 20 € por MWh consumido.

$$FE = \sum_{h=1}^4 \left[ P_{eh} \left( \sum_{j=1}^6 E_j \alpha_j \right) \right]_h \quad (8.2)$$

$P_{eh}$ , es el precio medio la energía expresado en Euros por MWh con dos decimales correspondiente al trimestre  $h$ . Éste precio se publicará cada trimestre por la Dirección General de Política Energética y Minas utilizando como referencias los precios resultantes del mercado diario, los precios del mercado a plazo OMIP y los precios resultantes en las subastas de distribuidores.

$E_j$ , es la energía anual consumida en barras de central, expresada en kWh, en cada periodo tarifario  $j$  que se define en el apartado 3 del artículo 8 del RD 1164/2001.

$\alpha_j$ , es el coeficiente de modulación de carga que tomará los siguientes valores en cada período tarifario  $j$ .

Periodo tarifario	1	2	3	4	5	6
Aj	0,046	0,096	0,09	0,176	0,244	1,39

Tabla 8.2. Periodos tarifarios  
Fuente: ITC 2370/2007

DI = es el descuento anual en porcentaje. Se calculará con dos cifras decimales y el redondeo se hará, por exceso o por defecto.

$$DI = 0.78 \cdot \frac{H - 2100}{H} \left[ \frac{S \cdot \sum_{i=1}^n Ki(P_{m1} - P_{\max i})}{P_{m1}} \right] \quad (8.3)$$

$H$ , horas anuales de utilización equivalente expresadas en número enteros, con un redondeo igual al de DI. Se calculará como el cociente entre el consumo total anual expresado en kWh y la potencia  $P_{m1}$  que se define más adelante, kW. Si el valor del cociente fuera mayor a 2100 DI será igual a 0. Si el valor del cociente fuera superior a 14000 horas, tomará el valor de 14000.

$S$ , es el coeficiente de incidencia. Tendrá los siguientes valores, según el número de tipos de reducción de potencia que hayan sido contratados por el proveedor del servicio.

Nº tipos	S
3	0,85
5	0,65

Tabla 8.3. Tipos de reducción.  
Fuente: ITC 2370/2007.

$K_i$  = Constante, que tendrá un valor para tipo  $i$  de orden:

Tipo	Ki
1	25
2	25
3	14
4	16
5	20

Tabla 8.4. Tipos de orden para Ki.

Fuente: ITC 2370/2007.

Pm1 = es la potencia media consumida por el proveedor de este servicio en el periodo tarifario 1 definido en el apartado 3 del artículo 8 del RD 1164/2001. Su valor se calculará como coeficiente entre la energía consumida en el período tarifario 1 definido anteriormente y las horas de dicho periodo descontando, en su caso, las horas correspondientes a órdenes de reducción de potencia aplicadas durante el mismo.

Pmax j = Potencia residual máxima demandable por el consumidor durante la posible interrupción en cada uno de los tipos i a lo que esté acogido.

En la tabla 8.5 se puede ver la evolución histórica de dichos costes:

	2009	2010	2011
Sistema de interrumpibilidad en mercado	Miles de €	Miles de €	Miles de €
Servicio de gestion de la demanda de interrumpibilidad	750000	450000	445000

Tabla 8.5. Evolución anual de los costes por servicio de interrumpibilidad.

Fuente: ITC/3519/2009.

Al igual que en el caso de costes por gestión comercial, para el cálculo de previsión de costes totales del sistema para el año 2011, en éste caso utilizaremos la previsión hecho por el MITyC. Por lo tanto estos costes serán 445.000 miles de €.

### **8.3.- Costes de diversificación y seguridad de abastecimiento**

Según la instrucción técnica ITC 3519/2009 éstos costes se calculan mediante un porcentaje de la tarifa de acceso, como se puede ver en la tabla 8.6:

Costes de diversificación y Seguridad de abastecimiento:	Porcentaje sobre tarifa de acceso
Moratoria nuclear	0,81
Segunda parte del ciclo de combustible nuclear	0,001

Tabla 8.6. Porcentaje de tarifa de acceso para cálculo de costes de diversificación

Fuente: ITC 3519/2009.

Para la estimación de éstos costes en el año 2011 utilizaremos la previsión de la tarifa de acceso realizada por la CNE y que se puede apreciar en la tabla 4.1, 50.946 miles de €.

### **8.4.- Costes permanentes**

Como en el caso anterior, estos costes con destino específico, se calculan en base a un porcentaje, definido por el MITyC, de la tarifa de acceso. Estos porcentajes se puede apreciar en la tabla 8.7.

Costes permanentes:	Porcentaje sobre tarifa de acceso
Tasa de la Comisión Nacional de Energía	0,185
Compensaciones insulares y extrapeninsulares	6,975
Operador del Sistema	0,297
Recargo para recuperar el déficit de ingresos en la liquidación de las actividades reguladas generado entre 1 enero de 2005 y el 31 de diciembre de 2005	2,413

Tabla 8.7. Costes con destinos específicos  
Fuente: ITC 3519/2009.

Como en todos los casos anteriores, dónde la retribución depende de la tarifa de acceso prevista, utilizaremos la previsión hecha por la CNE que se puede ver en la tabla 4.1. El valor de dicho costes será de 847.222 miles de €.

### **8.5.- Déficit de actividades reguladas**

Para el cálculo del déficit generado por la actividades reguladas existe una formulación expresada en la disposición vigésimo primera de la ley 54/1997, según ésta disposición el déficit acumulado hasta el año 2010 se puede apreciar en la tabla 8.8.

Desajuste de ingresos	Miles de €
Anterior a 2003 (peninsular)	201235
Anterior a 2003 (extrapeninsular)	128326
Años 2003 a 2005 (extrapeninsular)	37483
Años 2006 a 2008 (extrapeninsular)	114834
Año 2005	310379
Año 2006	171210
Año 2007	94573
Año 2008	326961
Año 2009	247114
Año 2010	211812
Total	1843927

Tabla 8.8. Déficit de actividades reguladas  
Fuente: CNE.

Para el cálculo de la estimación de costes totales a efectuar en éste proyecto se asumirá como déficit de actividades reguladas para el año 2011 igual al del año 2010.









## **Capítulo 9. Formulación de la herramienta informática para la previsión de costes permanentes de la red eléctrica nacional**





## **9.- Formulación de la herramienta informática para la previsión de costes permanentes de la red eléctrica nacional**

Para el cálculo de costes de la red de transporte y distribución de energía eléctrica, se ha desarrollado una aplicación basada en Microsoft Excel 2003 denominada “**RCALC**”. Dicha aplicación consiste en dos hojas de cálculo, una para el cálculo de retribuciones al transporte y otra para el cálculo de retribuciones a la distribución que reciben el nombre de “Transporte” y “Distribución” respectivamente.

Esta aplicación se basa en la formulación que establece la legislación vigente para cada caso: (Transporte y Distribución) RD 325/2008 en el caso de la retribución al transporte y el RD 222/2008 en el caso de la distribución.

El diseño de la aplicación está basado en un sistema de diferenciación por colores, de manera que las celdas sombreadas de color amarillo son celdas en las que el usuario debe introducir los datos necesarios para el cálculo, mientras que las celdas coloreadas de verde son celdas donde se expresan los resultados obtenidos.

### **9.1.- Hoja de Cálculo Transporte**

Esta hoja de cálculo, se utiliza para calcular las retribuciones a las nuevas instalaciones de la red de transporte en los 3 años siguientes a su puesta en servicio así como para predecir la retribución total de la actividad del transporte. El usuario, para conseguir éstos cálculos debe introducir las siguientes entradas:

- Año de cálculo, año siguiente al de la puesta en servicio de la instalación.
- Variación del IPC interanual a fecha de octubre del año de cálculo, expresado en puntos básicos.
- Variación de IPRI interanual a fecha de octubre del año de cálculo, expresado en puntos básicos.
- Rendimiento de las obligaciones del estado a 10 años a fecha de octubre del año de cálculo, expresado en puntos básicos.
- Tipo de instalación
- Característica de la instalación (km de línea, capacidad de transformación etc.)

Con éstas entradas la aplicación aporta las retribuciones totales que recibirá la empresa transportista durante los 5 años siguientes a su puesta en servicio (la aplicación asume que los índices macroeconómicos no varían para los 4 años siguientes al año de cálculo).

Este cálculo puede ser realizado para tantas instalaciones como se desee.

Las celdas que requieren acción por parte del usuario para el cálculo se muestran en la tabla 9.1. Estas celdas carecen de función de transferencia puesto que son usadas por la aplicación para cálculos posteriores (se pueden denominar como celdas “entrada” o celdas donde el usuario debe introducir los datos necesarios para el cálculo):



Celda	Descripción
C3	Año de cálculo
C4	IPC interanual
C5	IPRI interanual
C6	ROE a 10 años
C13	Característica de la instalación (km, MVA, KVAR)
E13	Nombre de la instalación

Tabla 9.1. Celdas “entrada”.

Las siguientes celdas son las utilizadas para dar nombre a otras, es decir, su posición es próxima a una celda “entrada” o a una celda “salida” (celdas dónde la aplicación muestra algún resultado) simplemente para darle nombre o para definir en qué unidades se expresan. Por lo tanto las celdas que se muestran en la tabla 9.2 tienen como función de transferencia un nombre o una expresión:



Celda	Función de transferencia
B2	1.- Datos macroeconómicos anuales
B3	Año
B4	IPC interanual
B5	IPRI interanual
B6	Rendimiento de la obligaciones del estado a 10 años
B8	2.- Nuevas instalaciones:
B10	Tipo de instalación
C9	Líneas eléctricas, posiciones o máquinas de potencia
C12	IF(ISERROR(VLOOKUP(C10;B103:G165;6;FALSE)));"No Aplica";VLOOKUP(C10;B103:G165;6;FALSE))
E12	IF(ISERROR(VLOOKUP(C10;B103:H165;7;FALSE)));"Nombre";VLOOKUP(C10;B103:H165;7;FALSE))
B18	3.- Retribuciones a las nuevas instalaciones:
B19	Costes de operación y mantenimiento
C18	Coste variable
F18	Coste fijo
H18	Total
B21	Valores de inversión reconocidos
C20	Coste variable
F20	Coste fijo
H20	Total
B23	Retribución anual
C22	C3+1
F22	C22+1
H22	F22+1
J22	H22+1
B27	Instalación
C27	Tipo
H27	Nombre
J27	Característica
L27	C22
M27	F22
N27	H22
L26	Retribuciones anuales
D4	Puntos básicos
D5	Puntos básicos
D6	Puntos básicos
D19	€
G19	€
I19	€
D21	€
G21	€
I21	€
D23	€
G23	€
I23	€

Tabla 9.2. Celdas Nombre / Celdas unidad.

Existe un caso particular dentro de las celdas de entrada, se trata de la celda C10, no mostrada en la tabla 9.1. Ésta celda ha sido diseñada para elegir el tipo de instalación para la que se desea calcular la retribución dentro de una lista que aparece en una pestaña desplegable. El diseño de esta celda se consigue con la función Data, Data Validation y definiendo las entradas de la celda como lista de valores recogidos en el ANEXO B del presente documento. La elección del tipo de instalación lleva consigo la elección de los costes de operación y mantenimiento y los costes de inversión reconocidos a dicha instalación. Estos datos, tipo de instalación, costes de operación y mantenimiento y costes de inversión reconocidos se encuentran ocultos en la matriz B103:G165 (ver anexo B).

Las celdas “salida” efectúan cálculos o muestran resultados y sus funciones de transferencia se muestran en la tabla 9.3:

Celda	Función de transferencia
C19	IF(ISERROR(VLOOKUP(C10;B103:F165;4;FALSE));"";VLOOKUP(C10;B103:F165;4;FALSE))
F19	IF(ISERROR(VLOOKUP(C10;B103:F165;5;FALSE));"";VLOOKUP(C10;B103:F165;5;FALSE))
H19	IF(ISERROR(C19*C13+F19);"";C19*C13+F19)
C21	IF(ISERROR(VLOOKUP(C10;B103:F165;2;FALSE));"";VLOOKUP(C10;B103:F165;2;FALSE))
F21	IF(ISERROR(VLOOKUP(C10;B103:F165;3;FALSE));"";VLOOKUP(C10;B103:F165;3;FALSE))
H21	IF(ISERROR(C21*C13+F21);"";C21*C13+F21)
C23	IF(ISERROR(-(H21+H19)+((H21/40)*(1+0,025)^(1-1))+(H21-(1-1)*(H21/40)*(1+0,025)^(1-1))+((H21*(C6+375)/10000)+(H19*(0,15*(C5-50))+0,85*(C4-100))));"";(-(H21+H19)+((H21/40)*(1+0,025)^(1-1))+(H21-(1-1)*(H21/40)*(1+0,025)^(1-1))+((H21*(C6+375)/10000)+(H19*(0,15*(C5-50))+0,85*(C4-100))))
F23	IF(ISERROR(-(H21+H19)+((H21/40)*(1+0,025)^(2-1))+(H21-(2-1)*(H21/40)*(1+0,025)^(2-1))+((H21*(C6+375)/10000)+(H19*(0,15*(C5-50))+0,85*(C4-100))));"";(-(H21+H19)+((H21/40)*(1+0,025)^(2-1))+(H21-(2-1)*(H21/40)*(1+0,025)^(2-1))+((H21*(C6+375)/10000)+(H19*(0,15*(C5-50))+0,85*(C4-100))))
H23	IF(ISERROR(-(H21+H19)+((H21/40)*(1+0,025)^(3-1))+(H21-(3-1)*(H21/40)*(1+0,025)^(3-1))+((H21*(C6+375)/10000)+(H19*(0,15*(C5-50))+0,85*(C4-100))));"";(-(H21+H19)+((H21/40)*(1+0,025)^(3-1))+(H21-(3-1)*(H21/40)*(1+0,025)^(3-1))+((H21*(C6+375)/10000)+(H19*(0,15*(C5-50))+0,85*(C4-100))))
J23	IF(ISERROR(-(H21+H19)+((H21/40)*(1+0,025)^(4-1))+(H21-(4-1)*(H21/40)*(1+0,025)^(4-1))+((H21*(C6+375)/10000)+(H19*(0,15*(C5-50))+0,85*(C4-100))));"";(-(H21+H19)+((H21/40)*(1+0,025)^(4-1))+(H21-(4-1)*(H21/40)*(1+0,025)^(4-1))+((H21*(C6+375)/10000)+(H19*(0,15*(C5-50))+0,85*(C4-100))))
C35	(SUM(L:L) -C34)/1000
D35	(SUM(M:M) -D34)/1000
E35	(SUM(N:N) -E34)/1000
C42	(62516*(C41-2000)+515979)+C35
D42	(62516*(D41-2000)+515979)+D35
E42	(62516*(E41-2000)+515979)+E35

Tabla 9.3. Función de transferencia de las celdas “salida”.



Las retribuciones al transporte de energía eléctrica se calculan individualmente para cada instalación de la red de transporte. Para obtener la cifra de retribución total es necesario sumar todas las retribuciones de cada instalación. Para poder obtener la retribución total, ha sido diseñada una macro en lenguaje “Visual Basic” compatible con Excel que traslada los cálculos de cada instalación a una lista de resultados y reinicia todas las celdas “entrada” para poder calcular la retribución de manera individual. El código fuente de la macro se muestra en el Anexo B.

Dicha macro permite añadir los cálculos realizados de una instalación a la lista de resultados así como borrar de la lista de resultados cualquier línea añadida anteriormente.

En el gráfico 9.1, se puede observar el aspecto de la hoja de cálculo de retribuciones al transporte:

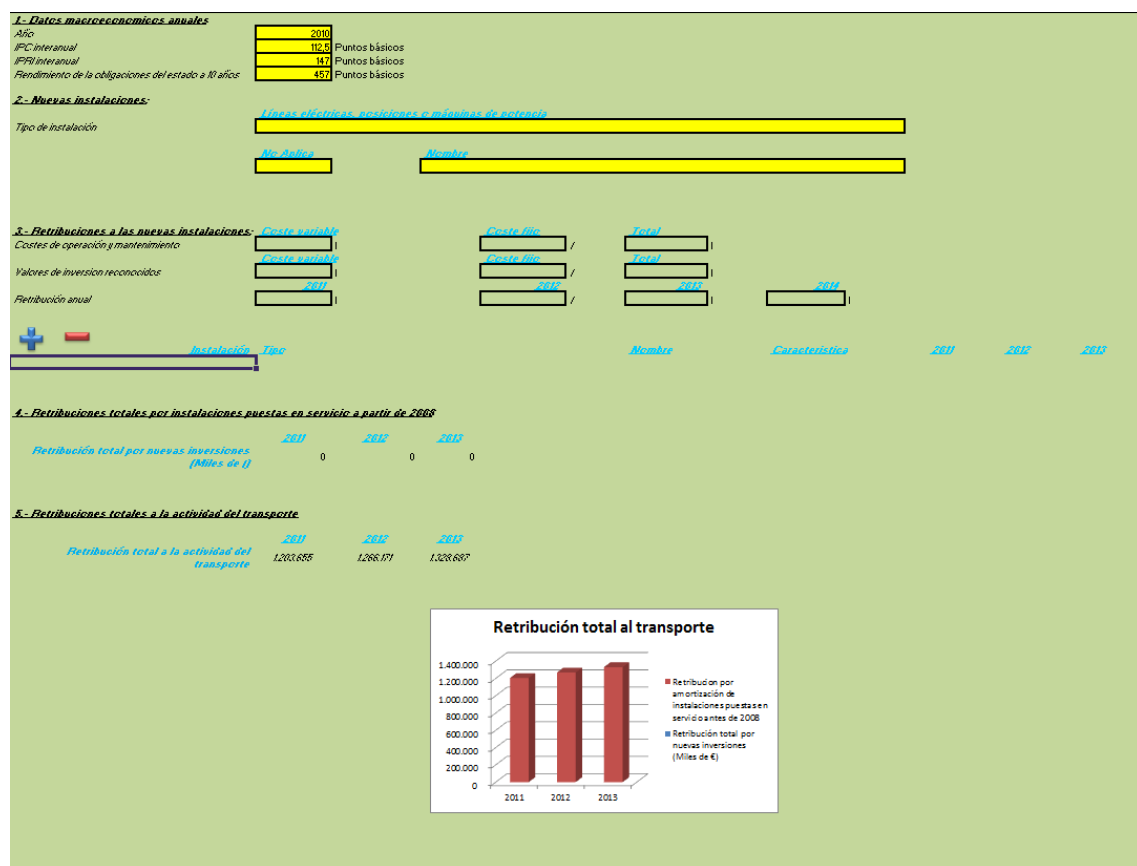


Gráfico 9.1. Hoja de cálculo “Transporte”.

## 9.2.- Hoja de cálculo “Distribución”

El usuario puede utilizar ésta hoja de cálculo para obtener las retribuciones totales de la red de distribución para los años del periodo de vigencia 2009 – 2012, establecidos por el RD 222/2008 que regula la actividad.



Para obtener dicho resultado el usuario necesita conocer e introducir en las celdas entrada los siguientes parámetros:

- La variación interanual del IPC a fecha de octubre de todos los años del periodo vigente (expresada en tanto por ciento), si se pretende estimar las retribuciones de años futuros y en cuyo caso se desconoce éste valor, el usuario, puede dejar éstas celdas en blanco a lo que la hoja de cálculo responderá asumiéndola como cero.
- La variación interanual del IPRI a fecha de octubre de todos los años del periodo de vigencia (expresada en tanto por ciento), si se pretende estimar las retribuciones de años futuros y en cuyo caso se desconoce éste valor, el usuario, puede dejar éstas celdas en blanco a lo que la hoja de cálculo responderá asumiéndola como cero.
- El valor del actualizador por efecto de aumento de actividad de todas las empresas distribuidoras, publicado por el MITYC anualmente. Como en los casos anteriores si se desconoce, la aplicación lo asumirá cero.
- El valor de actualizador por pérdidas de energía del año 2011 para el cálculo de retribuciones del año 2012, que será publicado a finales de 2011 por el MITYC. Como en los casos anteriores si se desconoce, la aplicación lo asumirá cero.
- El factor de cumplimiento de TIEPI – NIEPI objetivo, calculado con la fórmula siguiente:

$$X_{U,n-1} = \left( 1 - \frac{TIEPI_{U-REAL,n-1}}{TIEPI_{U-OBJETIVO,n-1}} \right) + \left( 1 - \frac{NIEPI_{U-REAL,n-1}}{NIEPI_{U-OBJETIVO,n-1}} \right)$$

Los valores de TIEPI y NIEPI real y objetivo son publicados por el MITYC anualmente para la totalidad de la red de transporte.

- El factor de reparto de actividad según zona de distribución BETA también publicado por MITYC anualmente para toda la red de distribución.

La única limitación que posee ésta hoja de cálculo es que sólo está diseñada para calcular retribuciones globales a toda la red de distribución.

En el cálculo de las retribuciones a la distribución no es necesario el desarrollo de una macro, como en el caso del cálculo de retribuciones al transporte, porque éstas se calculan globalmente para toda la red de distribución (no de manera individual para cada instalación).

Las celdas “entrada” o celdas donde el usuario debe introducir los datos necesarios para el cálculo se muestran en la tabla 9.4:



Celda	Descripción
E4	IPC año 2008
F4	IPC año 2009
G4	IPC año 2010
H4	IPC año 2011
I4	IPC año 2012
E5	IPRI año 2008
F5	IPRI año 2009
G5	IPRI año 2010
H5	IPRI año 2011
I5	IPRI año 2012
E10	Índice actualizador por aumento de actividad 2008
F10	Índice actualizador por aumento de actividad 2009
G10	Índice actualizador por aumento de actividad 2010
H10	Índice actualizador por aumento de actividad 2011
I10	Índice actualizador por aumento de actividad 2012
E16	Factor de cumplimiento de TIEPI NIEPI objetivo 2010 zona urbana
F16	Factor de cumplimiento de TIEPI NIEPI objetivo 2010 zona semiurbana
G16	Factor de cumplimiento de TIEPI NIEPI objetivo 2010 zona rural concentrada
H16	Factor de cumplimiento de TIEPI NIEPI objetivo 2010 zona rural dispersa
E17	Factor de cumplimiento de TIEPI NIEPI objetivo 2011 zona urbana
F17	Factor de cumplimiento de TIEPI NIEPI objetivo 2011 zona semiurbana
G17	Factor de cumplimiento de TIEPI NIEPI objetivo 2011 zona rural concentrada
H17	Factor de cumplimiento de TIEPI NIEPI objetivo 2011 zona rural dispersa
E21	Factor corrector por zona de actividad 2010 zona urbana
F21	Factor corrector por zona de actividad 2010 zona semiurbana
G21	Factor corrector por zona de actividad 2010 zona rural concentrada
H21	Factor corrector por zona de actividad 2010 zona rural dispersa
E22	Factor corrector por zona de actividad 2011 zona urbana
F22	Factor corrector por zona de actividad 2011 zona semiurbana
G22	Factor corrector por zona de actividad 2011 zona rural concentrada
H22	Factor corrector por zona de actividad 2011 zona rural dispersa
E29	Factor de corrección por pérdidas de energía año 2012

Tabla 9.4. Celdas “entrada” de la hoja de cálculo “Distribución”.

A continuación, en la tabla 9.5 se muestran las celdas cuyo cometido es simplemente nombrar celdas contiguas o expresar unidades por lo que su función de transferencia consiste en expresiones o unidades:



Celda	Función de transferencia
B4	1.1.- Actualizador por efecto precios
D4	IPC
D5	IPRI
D6	Año
D7	IA
D8	1+IA
B9	1.2.- Actualizador por efecto cantidad
D10	Yn-1
D11	Año
C12	1.3.- Actualizador por efecto calidad de servicio
D13	D
D14	2008
D15	2009
D16	2010
D17	2011
E13	Zona Urbana
	Zona
F13	Semiurbana
	Zona Rural
G13	Concentrada
	Zona Rural
H13	Dispersa
D18	Beta
D19	2008
D20	2009
D21	2010
D22	2011
D23	Año
D24	Qn-1
C28	1.4.- Actualizador por efecto perdidas de energía
D29	Pn-1
D30	Año

Tabla 9.5. Celdas nombre / celdas unidad de la hoja de cálculo “Distribución”.

A continuación, en la tabla 9.6, se muestran las celdas resultado, así como su función de transferencia.



Celda	Función de transferencia
E7	$0,2*(E4-0,8)+0,8*(E5-0,4)$
F7	$0,2*(F4-0,8)+0,8*(F5-0,4)$
G7	$0,2*(G4-0,8)+0,8*(G5-0,4)$
H7	$0,2*(H4-0,8)+0,8*(H5-0,4)$
I7	$0,2*(I4-0,8)+0,8*(I5-0,4)$
E8	$1+E7/100$
F8	$1+F7/100$
G8	$1+G7/100$
H8	$1+H7/100$
I8	$1+I7/100$
E24	$0,03*D47*(E19*E14+F19*F14+G19*G14+H19*H14)$
F24	$0,03*E47*(E20*E15+F20*F15+G20*G15+H20*H15)$
G24	$0,03*F47*(E21*E16+F21*F16+G21*G16+H21*H16)$
H24	$0,03*G47*(E22*E17+F22*F17+G22*G17+H22*H17)$
D51	4061203994
E51	$D51*F8$
F51	$(E60-E54)*G8$
G51	$(F60-F54)*H8$
H51	$(G60-G54)*I8$
E54	E24
F54	F24
G54	G24
H54	H24
E56	E10
F56	F10
G56	G10
H56	H10
H58	E29
E60	$E51+E54+E56$
F60	$F51+F56$
G60	$G51+G56$
H60	$H51+H56-H58$

Tabla 9.6. Función de transferencia de las celdas “salida”

En el gráfico 9.2 se puede apreciar el aspecto final de la hoja de cálculo “Distribución”:



## 1.1.- Actualizador por efecto precios

IPC	-0,7	3,6	3,2		
IPRI	0,2	2,4	3,5		
Año	2008	2009	2010	2011	2012
IA	-0,46	2,16	2,96	-0,48	-0,48
1+IA	0,9954	1,0216	1,0296	0,9952	0,9952

## 1.2.- Actualizador por efecto cantidad

Yn-1	219385000	231529000	231529000	231529000	
Año	2008	2009	2010	2011	2012

## 1.3.- Actualizador por efecto calidad de servicio

Xtotal	Zona Urbana	Zona Semiurbana	Zona Rural Concentrada	Zona Rural Dispersa
2008	0,315932203	0,594237288	0,970847458	1,35559322
2009	0,578222778	1,491686036	2,578401573	3,052565707
2010	0,315932203	0,594237288	0,970847458	1,35559322
2011	0,578222778	1,491686036	2,578401573	3,052565707
Beta	Zona Urbana	Zona Semiurbana	Zona Rural Concentrada	Zona Rural Dispersa
2008	0,529116721	0,327972179	0,119514799	0,023396301
2009	0,528627618	0,330617469	0,118884716	0,021870197
2010	0,529116721	0,327972179	0,119514799	0,023396301
2011	0,528627618	0,330617469	0,118884716	0,021870197
Año	2009	2010	2011	2012
Qn-1	61.858.101 €	156.045.009 €	71.691.210 €	170.940.744 €

## 1.4.- Actualizador por efecto pérdidas de energía

Pn-1	
Año	2012

## 2.- Resultados

	2008	2009	2010	2011
Retribución a la distribución	(Miles de €)	(Miles de €)	(Miles de €)	(Miles de €)
Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U.	1361419	1498535	1593124	1667504
Union Fenosa Distribución, S.A.	633711	704218	753030	806754
Hidrocarbónica Distribución Eléctrica, S.A.	129047	140650	151939	158522
Eléctrica de Viesgo Distribución, S.L.U.				
/ E.ON Distribución S.L.	122558	137080	145472	151762
Endesa (peninsular)	1500070	1647616	1734739	1766292
Endesa (extrapeninsular)	297375	309032	308528	309700
FEVASA	161	189	324	363
SOLANAR	220	310	338	340
Total	4.044.561.063,21 €	4.437.630.000,00 €	4.687.494.000,00 €	4.861.237.000,00 €

	2008	2009	2010	2011	2012
Retribución a la distribución actualización por efecto precios	€	€	€	€	€
Total	4.061.203.994	4.148.926.000	4.497.613.006	4.551.146.131	4.688.371.198

	2008	2009	2010	2011	2012
Incentivo por la calidad de servicio Qn	NA	61.858.101	156.045.009	71.691.210	170.940.744
Incentivo por aumento de actividad Y	NA	219.385.000	231.529.000	231.529.000	231.529.000
Incentivo por pérdidas P	NA	NA	NA	NA	0
Retribución total a la distribución	NA	4.430.169.101	4.729.142.006	4.782.675.131	4.919.900.198

Gráfico 9.2. Hoja de cálculo “Distribución”.



## **Capítulo 10. Manual de Usuario**





## **10.- Manual de Usuario**

La aplicación “**RCALC**” está basada en Microsoft Excel 2007 para el cálculo de retribuciones al transporte y distribución eléctrica.

Dicha aplicación calcula las retribuciones anuales que recibirán las empresas transportistas por la entrada en servicio de nuevas instalaciones a partir del 1 Enero de 2008, así como la retribución total de la actividad de la distribución eléctrica para los años 2009-2012 (periodo de regulación establecido por RD 222/2008).

Para el caso particular de las instalaciones de la red de transporte puestas en servicio con anterioridad a 2008, como se ha descrito en el capítulo 9 del presente documento, se predicen siguiendo la siguiente formulación:

$$Y = 62516 \cdot x + 515.979 \quad (10.1)$$

Dónde Y es la retribución por amortización de instalaciones puestas en servicio con anterioridad a 2008 y x se expresa según la ecuación 10.2:

$$x = (\text{año de cálculo} - 2000) \quad (10.2)$$

Para el correcto funcionamiento de la aplicación se debe guardar en algún lugar elegido por el usuario, se recomienda crear ésta ruta “C:\Archivos de programa\RCALC” y mantener el archivo original de la aplicación en ella.

Para evitar problemas de sobre escritura del archivo original, también se recomienda crear una carpeta de trabajo en la ruta anterior, “C:\Archivos de programa\RCALC\cálculos”, donde guardar los archivos resultado. De ésta manera, cuando el usuario desee guardar los cálculos realizados con la aplicación, debe seguir el siguiente procedimiento:

- Archivo, Guardar como, C:\Archivos de programa\RCALC\cálculos, renombrar el archivo con el nombre deseado (por ejemplo: RCALC\_2011) y guardar.

A continuación, en el grafico 10.1 se muestra una imagen del acceso directo creado para los casos de estudio mostrados en el capítulo 11 del presente documento:

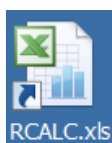


Gráfico 10.1. Acceso directo a la aplicación.

Dentro de la aplicación se puede observar la existencia de dos hojas de cálculo diferentes llamadas “Transporte” y “Distribución” respectivamente. El nombre de la hoja de cálculo indica el tipo de retribución que se puede calcular.

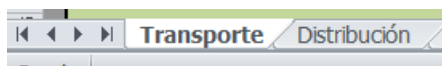


Gráfico 10.2. Hojas de cálculo de la aplicación.

### **10.1.- Hoja de cálculo “Transporte”**

Ésta hoja de cálculo se utiliza para calcular las retribuciones de nuevas instalaciones de la red de transporte, puestas en servicio a partir del 1 de Enero de 2008, durante los 5 años siguientes a su puesta en servicio.

Para el cálculo, el usuario necesita conocer los siguientes datos:

- Año de cálculo, es el año siguiente a la puesta en servicio de la instalación.
- Variación interanual del IPC a fecha de octubre del año de cálculo, expresado en puntos básicos. Éste dato se puede obtener en la dirección web: <http://www.ine.es> (Instituto Nacional de Estadística).
- Variación interanual del IPRI a fecha de octubre del año de cálculo, expresado en puntos básicos. Éste dato se puede obtener en la dirección web: <http://www.ine.es> (Instituto Nacional de Estadística).
- Valor del Rendimiento de las Obligaciones del Estado a 10 años a fecha de octubre del año de cálculo, expresado en puntos básicos. Éste dato se puede obtener en la dirección web: <http://www.tesoro.es> (Tesoro Público).
- Tipo de instalación y características técnicas para la que se desea calcular la retribución. Éste dato se puede obtener del informe anual que elabora Red Eléctrica de España sobre el sistema eléctrico, publicado en su web: <http://www.ree.es>.

En la hoja de cálculo: “Transporte”, se pueden diferenciar las celdas en las que es necesaria alguna acción por parte del usuario, porque éstas se encuentran sombreadas en color amarillo.

En primer lugar, el usuario debe rellenar las celdas correspondientes al año en el que se quiere hacer el cálculo y los índices macroeconómicos correspondientes a dicho año. Estas primeras celdas se pueden apreciar en el gráfico 10.3:

<b>1.- Datos macroeconomicos anuales</b>		
Año	2011	
IPC interanual	112,5	Puntos básicos
IPRI interanual	122,4	Puntos básicos
Rendimiento de la obligaciones del estado a 10 años	462	Puntos básicos

Gráfico 10.3. Datos macroeconómicos anuales.

Como se puede apreciar en el gráfico anterior, los índice macroeconómicos deben expresarse en puntos básicos, y el año de cálculo debe ser el año en que la nueva instalación comienza retribuirse, es decir, si una instalación ha sido puesta en servicio en el año 2010 comenzará a retribuirse en el año 2011.

Posteriormente se deben introducir los datos característicos de la instalación de la cual se quiere obtener la retribución anual. Se debe elegir el tipo de instalación mediante un menú desplegable, como se muestra en el siguiente gráfico:

**2.- Nuevas instalaciones:**

Tipo de instalación

**Líneas eléctricas, posiciones o máquinas de potencia**

- Línea aérea de 400 kV de tipo dúplex, de longitud mayor o igual a 10 km y de circuito simple
- Línea aérea de 400 kV de tipo dúplex, de longitud mayor o igual a 10 km y de circuito doble
- Línea aérea de 400 kV de tipo dúplex, de longitud mayor o igual a 10 km y de circuito simple
- Línea aérea de 400 kV de tipo dúplex, de longitud mayor o igual a 10 km y de circuito doble
- Línea aérea de 400 kV de tipo triplex, de longitud mayor o igual a 10 km y de circuito simple
- Línea aérea de 400 kV de tipo triplex, de longitud mayor o igual a 10 km y de circuito cuádruple
- Línea aérea de 400 kV de tipo dúplex, de longitud menor a 10 km y de circuito simple

Gráfico 10.4. Gráfico de selección de tipo de instalación.

La elección del tipo de instalación, actualiza automáticamente la característica de instalación necesaria para la obtención de la parte variable de las retribuciones (km de línea en caso de líneas de transporte, MVA en caso de máquinas de potencia etc...).

Esta característica debe ser rellenada posteriormente a la elección del tipo de instalación, como podemos ver en siguiente gráfico:

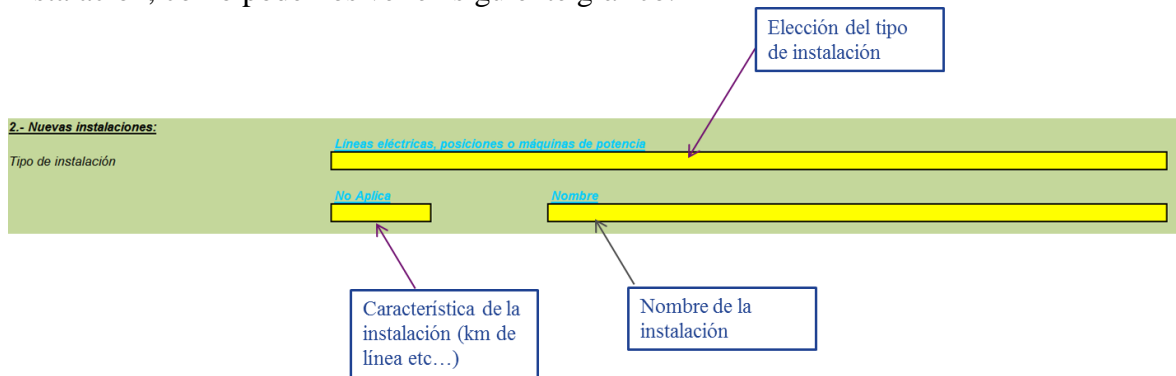


Gráfico 10.5. Menú de nueva instalación.

Una vez introducidos estos datos el usuario puede ver los resultados obtenidos el apartado de retribuciones, como se muestra en la siguiente figura:

3.- Retribuciones a las nuevas instalaciones:			Coste variable	Coste fijo	Total
Costes de operación y mantenimiento			4.082,00 €	0 €	40.820,00 €
Valores de inversión reconocidos			488.184,00 €	0 €	4.881.840,00 €
Retribución anual			933.151,83 €	811.105,83 €	682.881,25 €

Gráfico 10.6. Retribución a nuevas instalaciones.

Para obtener el resultado de retribuciones al transporte anual para un grupo de instalaciones, una vez introducidos todos los datos necesarios para el cálculo de las retribuciones de cada instalación, usando el icono que podemos apreciar en la figura 10.7, se añaden las retribuciones anuales obtenidas, que se pueden apreciar en la figura 10.6, a una lista de resultados para su posterior suma.



Gráfico 10.7. Icono de adición de resultados individuales a la lista de resultados.

A continuación en el gráfico 10.8 se muestra un ejemplo de lista de resultados con las retribuciones de 4 nuevas instalaciones introducidas siguiendo éste manual.

Instalación	Tipo	Nombre	Característica	Retribuciones anuales		
				2012	2013	2014
1	Línea aérea de 400 kV de tipo dúplex, de longitud mayor o igual a 10 km y de circuito doble		Longitud de línea de 10km	933151,833	811105,833	682881,2543
2	Línea aérea de 400 kV de tipo dúplex, de longitud menor a 10 km y de circuito simple		Longitud de línea de 5km	405003,4399	358142,7649	308909,7682
3	Condensador (400 ó 220 kV)		Potencia reactiva de 1000kV	2273697,625	1773447,625	1247872,469
4	Línea subterránea de 220 kV de longitud mayor o igual a 2,2 km de conductor de aluminio 1200 mm² de sección y circ		Longitud de línea de 2,5km	617318,2753	487254,3378	356605,9134

Gráfico 10.8. Lista de resultados

Esta lista de resultados está compuesta de la siguiente manera:

- La primera columna corresponde al número que la instalación ocupa dentro de la lista. Esta columna se utilizara en caso de que el usuario necesite borrar alguna instalación de la lista de resultados.
- La segunda columna corresponde con el tipo de instalación escogido con anterioridad.
- La tercera es el nombre introducido en pasos anteriores.



- La cuarta es la característica de la nueva instalación introducida (km de línea etc...)
- En las columnas siguientes se muestran las retribuciones anuales de cada instalación.

En caso de que el usuario necesite borrar alguna instalación de la lista de resultados, únicamente debe señalar la posición que ocupa la instalación en la primera columna de la lista de resultados y utilizar el icono cuyo imagen es un signo “-” y que se puede apreciar en el gráfico 10.8.

El apartado 4 de la hoja de cálculo muestra la suma de retribuciones de todas las nuevas instalaciones introducidas previamente por el usuario como se puede apreciar en la figura 10.9:

<b>4.- Retribuciones totales por instalaciones puestas en servicio a partir de 2008</b>			
	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
<b>Retribución total por nuevas inversiones (Miles de €)</b>	896.451	817.121	733.775

Figura 10.9. Retribuciones por nuevas inversiones.

La retribución total a la actividad del transporte de energía eléctrica se muestra en el apartado 5 de la hoja de cálculo, ésta cifra es la suma de la retribución por nuevas instalaciones y la amortización de instalaciones puestas en servicio con anterioridad a 2008 calculada según las ecuaciones 10.1 y 10.2.

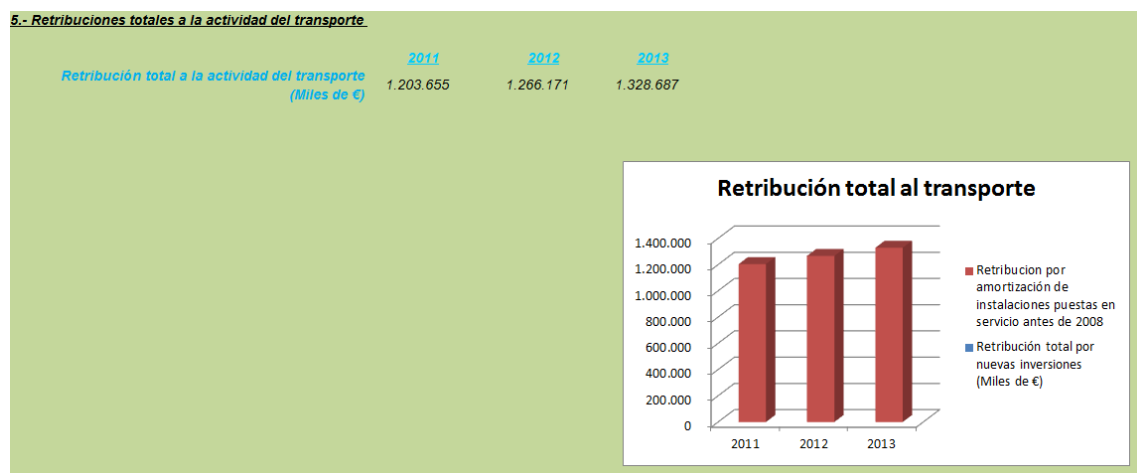


Figura 10.10. Retribución total a la actividad del transporte

## **10.2.- Hoja de cálculo “Distribución”**

Ésta hoja de cálculo ha sido diseñada asumiendo un único propietario de la red de distribución y calcula retribuciones totales a la actividad de distribución de energía eléctrica, es decir, con ésta hoja de cálculo no es posible calcular retribuciones individuales por empresa distribuidora si la retribución total a la red de transporte.

Al igual que en la hoja de cálculo “Transporte” las celdas que requieren alguna acción por parte del usuario se encuentran sombreadas de color amarillo y las celdas resultado están sombreadas de color verde.

Los primeros datos que el usuario debe rellenar se corresponden con los índices macroeconómicos de los años 2008-2012, necesarios para calcular el actualizador por efecto precios como se puede apreciar en el gráfico 10.9.

1.1.- Actualizador por efecto precios						
IPC	-0,7	3,6	3,2			
IPRI	0,2	2,4	3,5			
Año	2008	2009	2010	2011	2012	
IA	-0,46	2,16	2,96	-0,48	-0,48	
1+IA	0,9954	1,0216	1,0296	0,9952	0,9952	

Gráfico 10.11. Actualizador por efecto precios.

En éste apartado de la aplicación, es necesario aportar los valores porcentuales de IPC y del IPRI para cada uno de los años del periodo de vigencia establecido en el RD 222/2008. Si no se dispone de estos datos se puede dejar en blanco, a lo que la aplicación responderá asumiendo dichos valores como 0.

El siguiente apartado corresponde al actualizador por aumento de actividad, y el usuario debe introducir los valores reconocidos por la Comisión Nacional de la Energía (CNE) por nuevas instalaciones puestas en servicio.

1.2.- Actualizador por efecto cantidad					
Yn-1	219385000	231529000	231529000	231529000	
Año	2008	2009	2010	2011	2012

Gráfico 10.12. Actualizador por aumento de actividad.

Los siguientes datos necesarios para el cálculo de la retribución son los correspondientes al actualizador por calidad de servicio, el usuario debe conocer:

- Factor de cumplimiento de TIEPI NIEPI objetivo, calculado mediante la siguiente fórmula: 
$$X_{U,n-1} = \left(1 - \frac{TIEPI_{U-REAL,n-1}}{TIEPI_{U-OBJETIVO,n-1}}\right) + \left(1 - \frac{NIEPI_{U-REAL,n-1}}{NIEPI_{U-OBJETIVO,n-1}}\right)$$
- El factor reparto de actividad BETA publicado de manera global para toda la red de distribución por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio de manera anual.

Estos valores han de introducirse en el apartado 1.3 de la aplicación como puede apreciarse en la siguiente figura:

1.3.- Actualizador por efecto calidad de servicio					
Xtotal	Zona Urbana	Zona Semiurbana	Zona Rural Concentrada	Zona Rural Dispersa	
2008	0,315932203	0,594237288	0,970847458	1,35559322	
2009	0,578222778	1,491686036	2,578401573	3,052565707	
2010	0,315932203	0,594237288	0,970847458	1,35559322	
2011	0,578222778	1,491686036	2,578401573	3,052565707	
Beta	Zona Urbana	Zona Semiurbana	Zona Rural Concentrada	Zona Rural Dispersa	
2008	0,529116721	0,327972179	0,119514799	0,023396301	
2009	0,528627618	0,330617469	0,118884716	0,021870197	
2010	0,529116721	0,327972179	0,119514799	0,023396301	
2011	0,528627618	0,330617469	0,118884716	0,021870197	
Año	2009	2010	2011	2012	
Qn-1	61.858.101 €	156.045.009 €	71.691.210 €	170.940.744 €	

Gráfico 10.13. Actualizador por efecto calidad de servicio.

Por último ha de conocerse para el año 2011 el factor actualizador por pérdidas de energía que será publicado por la CNE durante el presente año y penalizará la retribución de la distribución eléctrica en el año 2012.

Dicho valor puede dejarse en blanco a lo que la aplicación responderá asumiéndolo como 0.

#### 1.4.- Actualizador por efecto perdidas de energia

Pn-1	
Año	2012

Gráfico 10.14. Actualizador para el año 2012 por efecto pérdidas de energía.

La aplicación mostrara los resultados obtenidos en el apartado 1.5 de la hoja de cálculo, como se puede apreciar en la siguiente gráfica:

	2008	2009	2010	2011	2012
Retrribución a la distribución actualización por efecto precios Miles de €	Miles de €	Miles de €	Miles de €	Miles de €	Miles de €
Total	4.061.204	4.148.926	4.497.613	4.551.146	4.688.371
Incentivo por la calidad de servicio Qn Miles de €	NA	61.858	156.045	71.691	170.941
Incentivo por aumento de actividad Y Miles de €	NA	219.385	231.529	231.529	231.529
Incentivo por perdidas P Miles de €	NA	NA	NA	NA	0
Retrribución total a la distribución Miles de €	NA	4.430.169	4.729.142	4.782.675	4.919.900

NA = No Aplica.

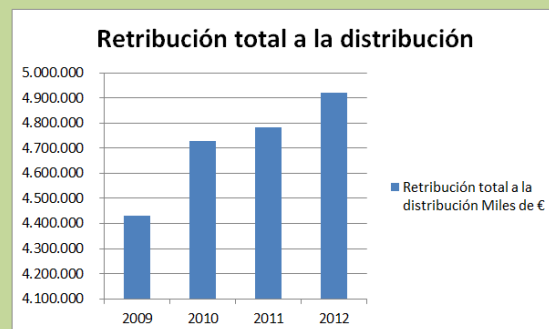


Gráfico 10.15. Resultados de retribuciones a la distribución.



## **Capítulo 11. Casos de Estudio**





## **11.- Casos de Estudio**

A continuación se van a calcular las previsiones de retribuciones al transporte y a la distribución de energía eléctrica.

En el caso de retribuciones al transporte, se van a calcular las correspondientes a los años 2009, 2010 y 2011. Las correspondientes a los años 2009 y 2010 son retribuciones ya conocidas (publicadas por MITyC) por lo que serán comparadas con las obtenidas usando la aplicación RCALC mientras que en el caso de 2011 se calculará una previsión.

En el caso de las retribuciones a la distribución eléctrica, van a ser calculadas para el periodo de vigencia que establece el RD 222/2008, es decir, para los años 2009-2012 ambos inclusive. Al igual que en el caso de las retribuciones al transporte, las retribuciones a la distribución para los años 2009 y 2010 son, a fecha de redacción de éste documento, ya conocidas por lo que se compararán con las obtenidas utilizando la aplicación RCALC.

### **11.1- Retribuciones al transporte**

Para comprobar la precisión y robustez de la herramienta informática creada con la finalidad de calcular los costes del sistema eléctrico nacional, será sometida en primer lugar al cálculo de la estimación de los costes del sistema para dos anualidades conocidas (2009 y 2010) y posteriormente a la predicción de los costes para el año 2011. La herramienta de cálculo desarrollada, denominada RCALC, está descrita en el capítulo 9 del presente documento.

El problema a resolver en éste caso de estudio es la estimación de los costes al transporte para los años 2009, 2010 y 2011. Como se ha visto en capítulos anteriores, la retribución al transporte, se divide en instalaciones puestas en servicio con anterioridad a 2008 e instalaciones puestas en servicio a partir de 2008. En las ecuaciones 11.1, 11.2 y 11.3 se representan los cálculos a resolver:

$$\text{Retribución 2009} = \text{Instalaciones anteriores a 2008} + \text{Instalaciones 2008} \quad (11.1)$$

$$\begin{aligned} \text{Retribución 2010} = & \text{Instalaciones anteriores a 2008} + \text{Instalaciones 2008} \\ & + \text{Instalaciones 2009} \end{aligned} \quad (11.2)$$

$$\begin{aligned} \text{Retribución 2011} = & \text{Instalaciones anteriores a 2008} + \text{Instalaciones 2008} \\ & + \text{Instalaciones 2009} + \text{Instalaciones 2010} \end{aligned} \quad (11.3)$$

Por lo tanto, para obtener la estimación de retribuciones al transporte para el año 2011 será necesario calcular primero las retribuciones que las instalaciones puestas en servicio durante los años 2008, 2009 y 2010 generarán en la anualidad 2011. Para las instalaciones puestas en servicio con anterioridad a 2008 la aplicación RCALC calcula su retribución automáticamente para cualquier año de cálculo.

Para poder realizar éstos cálculos será necesario asumir una serie de suposiciones debido a la falta de datos reales del sistema, cada una de estas asunciones introducirá en el resultado un error asumible que posteriormente será analizado.

La primera suposición es que toda la red de transporte pertenece a Red Eléctrica de España, debido a que es la única empresa transportista que publica sus datos de crecimiento anual en término de km de nueva línea puesta en servicio, número de posiciones a 400 ó 220 kV etc.... Por lo tanto ésta suposición limitará todos los cálculos al sistema eléctrico peninsular, ya que hasta el año 2010 la red de transporte de los sistemas insulares pertenecía a Endesa.

La segunda gran suposición es que de todas las tipologías técnicas de instalaciones eléctricas de transporte que pueden ser consultadas en la Orden ITC/368/2011, de 21 de febrero, han sido elegidas las más comunes para el estudio (debido a la dificultad para identificar las especificaciones técnicas de cada proyecto, tipo de conductor etc...). De todas las tipologías definidas en dicha orden se han escogido las siguientes:

- a) Línea aérea de 400 kV de tipo dúplex, de longitud mayor o igual a 10 km y de circuito doble.
- b) Línea aérea de 400 kV de tipo dúplex, de longitud menor a 10 km y de circuito doble.
- c) Línea aérea de 400 kV de tipo dúplex, de longitud menor a 10 km y de circuito simple
- d) Línea aérea de 220 kV de tipo dúplex, de longitud mayor o igual a 10 km y de circuito doble
- e) Línea aérea de 220 kV de tipo dúplex, de longitud menor a 10 km y de circuito doble
- f) Línea aérea de 220 kV de tipo dúplex, de longitud menor a 10 km y de circuito simple
- g) Línea aérea de 220 kV de tipo dúplex, de longitud menor a 10 km y de circuito cuádruple
- h) Línea subterránea de 220 kV de longitud mayor o igual a 2.2 km de conductor de cobre 2000 mm<sup>2</sup> de sección y circuito doble
- i) Línea subterránea de 220 kV de longitud menor a 2.2 km de conductor de cobre 2000 mm<sup>2</sup> de sección y circuito doble
- j) Línea subterránea de 220 kV de longitud mayor o igual a 2.2 km de conductor de cobre 2000 mm<sup>2</sup> de sección y circuito simple
- k) Línea subterránea de 220 kV de longitud menor a 2.2 km de conductor de cobre 2000 mm<sup>2</sup> de sección y circuito simple
- l) Posición convencional de 400 kV, 50 kA y cualquier configuración
- m) Posición convencional de 220 kV, 40 kA e interruptor y medio

Por lo tanto no habrá, en éste proyecto, ninguna instalación de distinta tipología técnica a éstas.

	2008	2009	2010	2011
<b>Retribución al transporte</b>	<b>(Miles de €)</b>	<b>(Miles de €)</b>	<b>(Miles de €)</b>	<b>(Miles de €)</b>
Red Eléctrica de España, S.A.	1026909	1129116	1180832	1299545
Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U.	17	22	21	22
Unión Fenosa Distribución, S.A.	40457	40096	48810	51198
Endesa, S.A. (Peninsular)	25566	30466	28895	32353
Hidrocantábrico Distribución Eléctrica, S.A.	5873	7397	7317	7432
<b>Total</b>	<b>1098822</b>	<b>1207097</b>	<b>1265875</b>	<b>1390550</b>

Tabla 11.1. Retribuciones al transporte.

Fuente: CNE

En el siguiente diagrama de bloques se puede apreciar el desglose de costes que forma la totalidad de la retribución. Tanto en los costes de amortización de las instalaciones como en los coste de operación y mantenimiento hay una parte que corresponde a instalaciones puestas en servicio con anterioridad a 2008, que son retribuidas de acuerdo al RD 2819/1998 y al Marco Legal Estable, como se ha visto en el capítulo 9 del presente documento, las retribuciones a éstas instalaciones se estimarán por medio de la línea de tendencia de sus datos históricos.

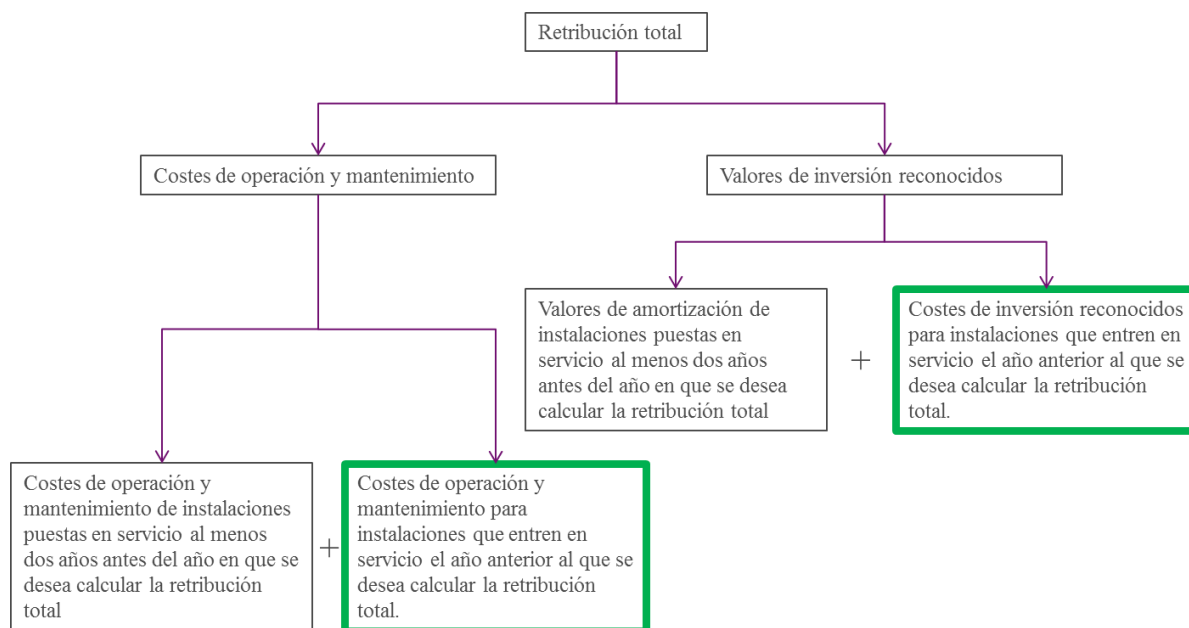


Figura 11.1. Retribución al transporte.

	2009	2010	2011
<b>Retribución al transporte</b>	<b>(Miles de €)</b>	<b>(Miles de €)</b>	<b>(Miles de €)</b>
Red Eléctrica de España, S.A.	102207	51716	118713
Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U.	5	0	1
Unión Fenosa Distribución, S.A.	0	8714	2388
Endesa, S.A. (Peninsular)	4900	0	3458
Hidrocantábrico Distribución Eléctrica, S.A.	1524	0	115
<b>Total</b>	<b>108275</b>	<b>60430</b>	<b>124675</b>

Tabla 11.2. Retribuciones al transporte por nuevas instalaciones.

Fuente: Elaboración propia.

Los datos que se puede ver en la tabla 11.2 se han obtenido a partir de los datos de la tabla 11.1, siguiendo la siguiente formulación:

$$Rl_{año\ n}^i = Retribución_n^i - Retribución_{n-1}^i \quad (11.4)$$

Dónde:

$Rl_{año\ n}^i$ , es la retribución que recibirá la empresa transportista  $i$  en el año  $n$  por las nuevas instalaciones puestas en servicio en el año  $n-1$

$Retribución_n^i$ , es la retribución total que recibirá la empresa  $i$  por el total de sus instalaciones, es decir, las puestas en servicio en el año  $n-1$  y las puestas en servicio con anterioridad.

$Retribución_{n-1}^i$ , es la retribución a la empresa  $i$  por todas sus instalaciones en el año  $n-1$ .

En caso de que el resultado de éste cálculo diera negativo, es debido a que alguna de las instalaciones a finalizado su vida útil (y por tanto su amortización) y la empresa transportista no efectuó inversiones en nuevas instalaciones en el año  $n-1$ . Se sustituye el valor negativo por 0.

Por tanto, los datos de las tablas 11.1 y 11.2 serán posteriormente comparados con los resultados obtenidos usando la herramienta informática elaborada a tal efecto.

### **11.1- Cálculo de las retribuciones al transporte para el año 2009**

En el año 2008 las retribuciones a la red de transporte estaban repartidas entre las empresas distribuidoras siguiendo la siguiente distribución:

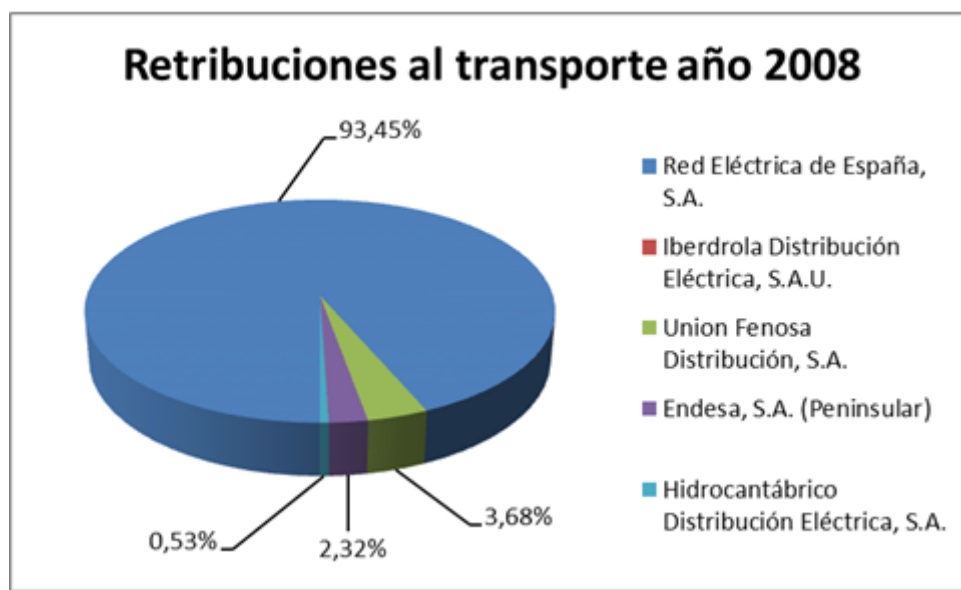


Grafico 11.1. Retribuciones al transporte año 2008

Para el cálculo de retribuciones al transporte del año 2009, es necesario utilizar las suposiciones descritas anteriormente (el 100% de la red pertenece a Red Eléctrica de España), por lo que el crecimiento de las instalaciones de la red de transporte se puede obtener del avance de la actividad 2008 publicado por REE en su web oficial ([www.ree.com](http://www.ree.com)) y descargado para este proyecto el día 24 de julio de 2011.

Atendiendo a ésta suposición, las instalaciones puestas en servicio en el año 2008 y que por lo tanto comenzaran a retribuirse en el año 2009 son las siguientes:

Líneas de transporte a 400 kV

Nombre	Nº de circuitos	Km de circuito
E/S en Galapagar	2	12
Entronque Galapagar - S.S. de los Reyes	2	61,4
E/S en Pierola L/ Begues - Sentmenat	2	0,8
E/S en Salas L/ Narcea - Soto	2	19,6
E/S en Totana L/ Litoral - Rocamona	2	0,3
E/S en Villameca L/ Compostilla - Robla 1	2	0,1
E/S en Garraf L/ Vandellos - Begues	2	3,3
L/ Castejon - Muruarte	2	120,2
L/ Puentes - Mesón (posición eólica Galicia)	2	129
L/ Tordesillas - Segovia (resto)	2	205,6
<b>Total</b>		<b>552,3</b>



## Líneas de transporte a 220 kV

Nombre	Nº de circuitos	Km de circuito
E/S en Nuevo Ardoz L/ Villaverde - Vicalvaro - S.S. Reyes (aéreo)	2	0,3
E/S en Nuevo Ardoz L/ Villaverde - Vicalvaro - S.S. Reyes (subterráneo)	2	10,4
E/S en Benchí L/ La Plana - Val D' Uxo	2	10,6
E/S en Jordana L/Pinar - Alhaurín	2	1,7
E/S en Jordana L/Pinar - Costasol	2	1,7
E/S en Las Arroyadas L/Renedo - Tordesillas	2	0,1
E/S en Pradillos L/Aceca - Parla (aéreo)	2	0,1
E/S en Pradillos L/Aceca - Parla (subterráneo)	2	0,3
E/S Sagrera L/Badalona - Maragall	2	0,2
E/S Telleo L/Pereda - Villablino	2	1,7
E/S en Torrijos L/Almaraz - Villaverde	2	16
E/S Salteras L/Guillena - Santiponce 2	2	1,1
L/Jijona- El Cantalar	2	19,8
L/ Cartuja - Puerto de Santa María	2	32
L/ Palafox - Melancólicos (subterráneo)	1	4,9
L/Torrearenillas - Rocío (aéreo)	1	0,2
L/Torrearenillas - Rocío (subterráneo)	1	0,1
L/ Aeropuerto - Motors (subterráneo)	1	7,9
Total		109,1

## Posiciones

Nombre	Tension kV
Garraf	400
Las Arroyadas	220
Muruarte	220
Muruarte	400
Nuevo Ardoz	220
Pradillos	220
Puerto de Santa María	220
Rocío	220
Sagrera	220
Sagunto	220
Salas	400
Salteras	220
Telleo	220
Trotana	400
Villameca	400
Muruarte	220

## Repotenciación de líneas

Tensión	MVA*km
220 kV	53744
400 kV	94182
Total	147926



## Transformadores

Nombre	Transformacion	MVA
Bescanó	400/220 kV	600
Torremendo 1	400/220 kV	500
Torremendo 2	400/220 kV	500
Torrente	400/220 kV	600
Carmona 1	400/220 kV	600
Carmona 2	400/220 kV	600
Móvil 1	400/220 kV	100
Móvil 2	400/220 kV	100
Total		3600

Tabla 11.3. Instalaciones puestas en servicio en 2009

Aproximando a la tipología de instalación definida con anterioridad, las entradas para nuestro cálculo serán:

## Líneas de transporte a 400 kV

Tipología	km
Línea aérea de 400 kV de tipo dúplex, de longitud mayor o igual a 10 km y de circuito doble.	547,8
Línea aérea de 400 kV de tipo dúplex, de longitud menor a 10 km y de circuito doble.	4,5

Líneas de transporte a 220 kV	
Tipología	km
Línea aérea de 220 kV de tipo dúplex, de longitud mayor o igual a 10 km y de circuito doble	62,4
Línea aérea de 220 kV de tipo dúplex, de longitud menor a 10 km y de circuito doble	18
Línea aérea de 220 kV de tipo dúplex, de longitud mayor o igual a 10 km y de circuito simple	
Línea aérea de 220 kV de tipo dúplex, de longitud menor a 10 km y de circuito simple	0,2
Líneas Aéreas Triple circuito < 10 km	
Línea subterránea de 220 kV de longitud mayor o igual a 2.2 km de conductor de cobre 2000 mm <sup>2</sup> de sección y circuito doble	10,4
Línea subterránea de 220 kV de longitud menor a 2.2 km de conductor de cobre 2000 mm <sup>2</sup> de sección y circuito doble	0,3
Línea subterránea de 220 kV de longitud mayor o igual a 2.2 km de conductor de cobre 2000 mm <sup>2</sup> de sección y circuito simple	12,8
Línea subterránea de 220 kV de longitud menor a 2.2 km de conductor de cobre 2000 mm <sup>2</sup> de sección y circuito simple	0,1
Transformadores	
	MVA
Trifásicos 400 kV 400 / 220 kV	3600
Repotenciación de líneas	
	MVA*km
Líneas de 400 kV	53744
Líneas de 220 kV	94182
Total	147926

Tabla 11.4. Entradas para el cálculo de retribuciones del año 2009

Las entradas correspondientes a los índices macroeconómicos del año 2008 son los siguientes:



### Índice Macroeconómico

	Puntos Básicos
IPC 2008	106,976
IPRI 2008	117.4
Rendimiento de las obligaciones del estado 2008	477

Tabla 11.5. Índices macroeconómicos años 2009. Fuente: IPC INE, IPRI INE, ROE MEyH4

El resultado obtenido al introducir éstas entradas en la herramienta de cálculo se aprecia en la siguiente figura:



Figura 11.2. Resultados retribución de nuevas instalaciones año 2009.

Fuente: Elaboración propia

Si comparamos los resultados obtenidos por incremento de actividad (nuevas instalaciones puestas en servicio durante 2008, apartado 4 de la figura 11.2) con los datos de referencia de la Tabla 11.2, se comprueba que en este caso el error cometido en el cálculo es el siguiente:

$$\text{Error} = \text{Retribución calculada} - \text{Retribución de referencia (REE)}$$

$$\text{Error} = 97.937 \text{ Miles de €} - 102.207 \text{ Miles de €} = -4270 \text{ Miles de €}$$

$$\text{Error} = 4.11\% \quad (11.5)$$

El error en ésta parte del cálculo proviene fundamentalmente de la aproximación hecha por tipo de instalación, ya que no se conocen las especificaciones técnicas de cada instalación calculada y cada tipología de instalación se retribuye de manera particular.

Si comparamos en ésta ocasión los datos obtenidos para retribución total a la actividad de transporte de energía eléctrica para el año 2009 (apartado 5 de la figura 11.2) con los datos de la tabla 11.1 se observa:

<sup>4</sup> INE: Instituto Nacional de Estadística, MEyH: Ministerio de Economía y Hacienda.

$$\text{Error} = \text{Re tribución calculada} - \text{Re tribución de referencia}$$

$$\text{Error} = 1.176.560 \text{ Miles de } \text{€} - 1.207.097 \text{ Miles de } \text{€} = -30.537 \text{ Miles de } \text{€}$$

$$\text{Error} = 2.52\% \quad (11.6)$$

Se puede apreciar que, en esta ocasión, el error cometido es menor que en retribuciones a nuevas instalaciones. Esto es debido a que las retribuciones por nuevas instalaciones forman una pequeña parte de las retribuciones totales.

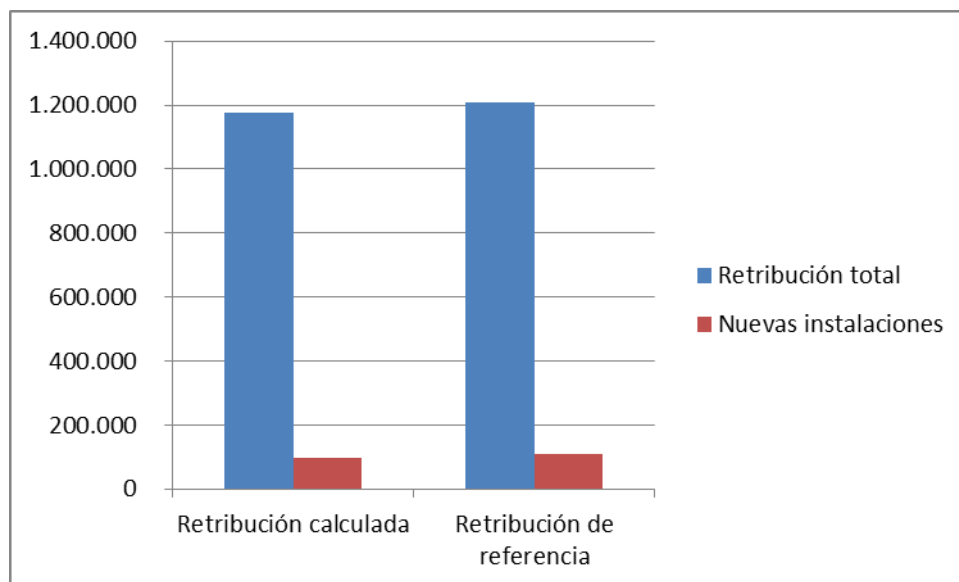


Gráfico 11.2. Comparación entre resultados obtenidos y datos de referencia expresado en miles de €.

Fuente: Elaboración propia.

## **11.2.- Cálculo de las retribuciones al transporte para el año 2010**

En primer lugar es necesario conocer las instalaciones que entraron en servicio en el año 2009 para conocer las instalaciones que comenzaron a ser retribuidas en el año 2010.

En el año 2009 la red de transportes estaban repartidos entre las empresas distribuidoras siguiendo la siguiente distribución:

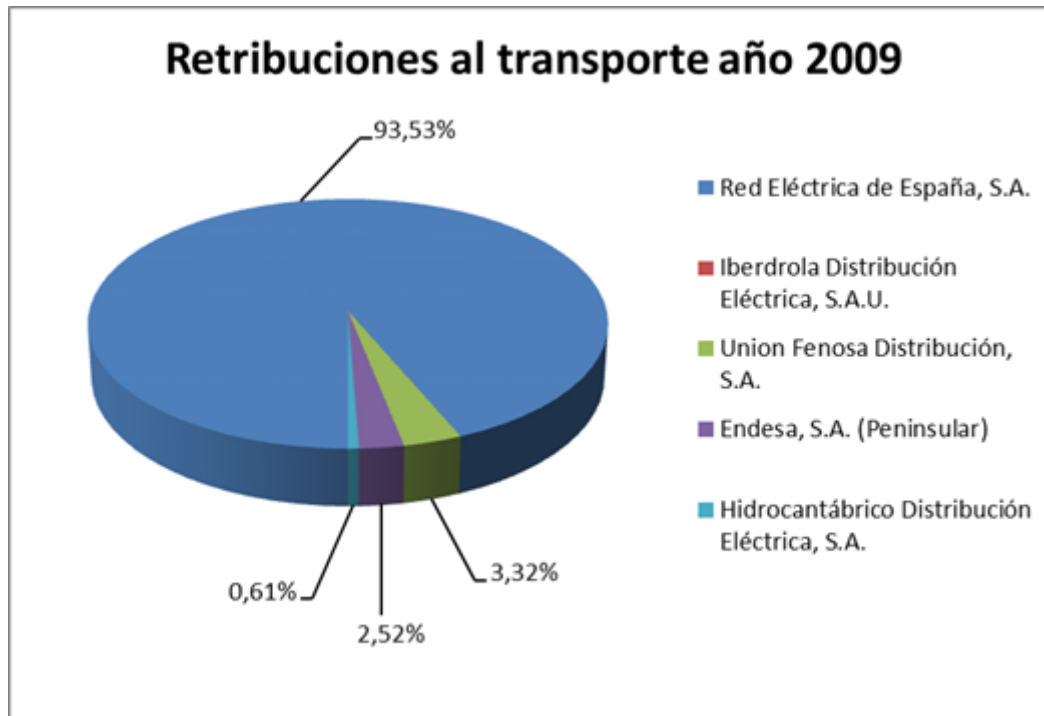


Grafico 11.3. Retribuciones al transporte año 2009

Fuente: CNE

Como se puede apreciar en la gráfica, el 93.53% de los costes de la red de transporte pertenecieron a Red Eléctrica de España. En vista de éstos datos, y para los cálculos del presente proyecto, se asumirá que toda la red de transporte pertenece a REE debido a que su condición de único operador de la red de transporte hace que los únicos datos sobre crecimiento de la red sean los publicados por Red Eléctrica de España, mientras que el carácter privado de las demás empresas transportistas dificulta la obtención de datos reales.

Por lo tanto, según el avance del informe anual de la actividad de transporte publicado por REE (público y descargable en la página web de REE, descargado para éste proyecto en el siguiente link con fecha de 24 julio de 2011 [www.ree.com](http://www.ree.com)) las nuevas instalaciones que entraron en servicio en el año 2009 son las siguientes:

#### Líneas de transporte a 400 kV

Nombre	Nº de circuitos	de Km de circuito
E/S en Requena L / Catadau - Olmedilla	1	0,49
E/S en Cereal L / Galapagar - San Sebastian de los Reyes	2	2,6
L/Guillena - Puebla de Guzman	2	241,4
L/Abanto - Zierbena	2	10,4
E/S en Cartama L/Guadame (Cabra) - Tajo	2	46,88
Total		301,77



## Líneas de transporte a 220 kV

Nombre	Nº circuitos	de Km de circuito
L/Morvedre 400kV - Morvedre 220 kV (subterráneo)	2	0,19
L/Morvedre 400kV - Morvedre 220 kV (aéreo)	2	2,59
L/Zal - Zona Franca (subterráneo)	2	3,92
L/Zal 220kV de REE - Zal 220/25kV Electra de Abusejo (subterráneo)	2	0,05
E/S en Casaquemada L/Guillena - Onuba	2	0,11
E/S en Muruarte L/Cordovilla - Orcoyen	2	30,31
E/S en Pujalt L/Pobla - Abrera	2	0,8
Conexión SE / Codonyer 220kV con TR1 distribución (subterráneo)	1	0,05
Conexión SE / Codonyer 220kV con TR2 distribución (subterráneo)	1	0,03
Conexión SE / Codonyer 220kV con TR3 distribución (subterráneo)	1	0,02
Conexión SE / Codonyer 220kV con TR5 distribución (subterráneo)	1	0,06
E/S en Codonyer L/Can Jordi - Canyet (subterráneo)	2	1,1
L/Besós - Badalona (nuevo Cable 2, subterráneo)	1	1
E/S Gazules L/Puerto Real - Casares	2	11,57
E/S en Moverde L/La Eliana - Sagunto (aéreo)	2	3,39
E/S en Moverde L/La Eliana - Sagunto Acerlor (aéreo)	3	1,75
E/S en Moverde L/La Eliana - Sagunto 1 (subterráneo)	1	0,09
E/S en Moverde L/La Eliana - Sagunto 2 (subterráneo)	1	0,09
L/Acerlor - Mital - Morvedre (aéreo)	1	0,94
L/Acerlor - Mital - Morvedre (subterráneo)	1	0,09
E/S en Mirasierra L/Fuencarral - Majadahonda (aéreo)	2	1
E/S en Mirasierra L/Fuencarral - Majadahonda (subterráneo)	2	7,77
E/S en Aguacate L/Ventas - Villaverde subterráneo)	2	0,36
L/Ventas - Villaverde (subterráneo)	1	15,55
E/S en Els Aubals (Mora de Ebro) L/Escatrón - La Selva (aéreo)	2	0,09
E/S en Els Aubals (Mora de Ebro) L/Escatrón - La Selva (aéreo)	2	0,09
E/S en Novelda L/Benejama - Petrel 1	2	16,16
L/Novelda - Saladas (aéreo)	2	29,64
L/Novelda - Saladas (subterráneo)	1	1,36
L/Vicálvaro - La Estrella 2 (subterráneo)	1	4,73
L/Prosperidad - El Coto	1	2,7
Total		



Posiciones	
Nombre	Tensión
Abanto	440 kV
Carmona	440 kV
Cártama	440 kV
El Cereal	440 kV
Penagos	440 kV
Pesoz	440 kV
Requena	440 kV
Aguacate	220 kV
Albal	220 kV
Arganzuela	220 kV
Carmona	220 kV
Cártama	220 kV
Casaquemada	220 kV
Codonyer	220 kV
Deportiva	220 kV
El Cereal	220 kV
El Pilar	220 kV
Els Aubals	220 kV
Irún	220 kV
La Estrella	220 kV
Mirasierra	220 kV
Morvedre	220 kV
Puebla de Guzman	220 kV
Zona Franca	220 kV

Tabla 11.6. Instalaciones puestas en servicio en 2009

Fuente: REE

Aproximando a la tipología de instalación definida con anterioridad, las entradas para nuestro cálculo serán:

Líneas de transporte a 400 kV	
	km
Líneas Aéreas doble circuito > 10 km	298,68
Líneas Aéreas doble circuito < 10 km	2,6
Líneas Aéreas de circuito simple >10 km	
Líneas Aéreas de circuito simple <10 km	0,49

Líneas de transporte a 220 kV	
	km
Líneas Aéreas doble circuito > 10 km	87,68
Líneas Aéreas doble circuito < 10 km	8,32
Líneas Aéreas de circuito simple > 10 km	
Líneas Aéreas de circuito simple < 10 km	3,64
Líneas Aéreas Triple circuito < 10 km	1,75
Líneas Subterráneas doble circuito > 2,2 km	11,69
Líneas Subterráneas doble circuito < 2,2 km	2,79
Líneas Subterráneas de circuito simple > 2,2 km	20,28
Líneas Subterráneas de circuito simple < 2,2 km	1,45
Posiciones	
	Nº de posiciones
Subestaciones a 400kV	7
Posiciones a 220kV	17

Tabla 11.7. Entradas para el cálculo de retribuciones año 2010

Los datos macroeconómicos necesarios para el cálculo de las retribuciones al transporte serán los correspondientes al año 2009 y se puede apreciar en la siguiente tabla:

Índice Macroeconómico	
	Puntos Básicos
IPC 2009	106,668
IPRI 2009	112,4
Rendimiento de las obligaciones del estado 2009	456

Tabla 11.8. Datos macroeconómicos año 2010

Fuente: IPC INE, IPRI INE, ROE MEyH5

Al introducir las anteriores entradas en la herramienta de cálculo, descrita en el capítulo 9, se obtienen los siguientes resultados:

<sup>5</sup> INE: Instituto Nacional de Estadística, MEyH: Ministerio de Economía y Hacienda.

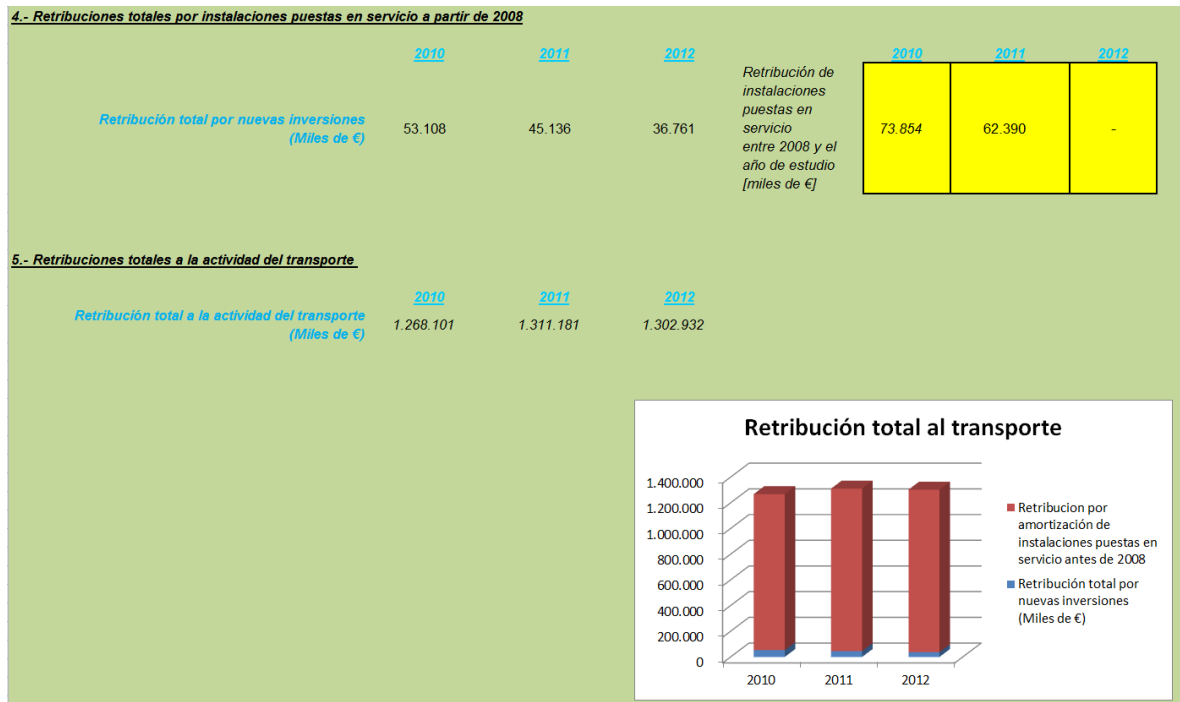


Figura 11.3. Resultados retribución de nuevas instalaciones año 2010.

Fuente: Elaboración propia

La retribución total que recibiría REE en el año 2010 por las instalaciones puestas en servicio en el año 2009 (apartado 4 de la figura 11.3) sería 53.108 Miles de €, si comparamos éste resultado con los datos de referencia de la Tabla 11.2 se obtiene el siguiente resultado:

$$\text{Error} = \text{Retribución calculada} - \text{Retribución de referencia (REE)}$$

$$\text{Error} = 53.108 \text{ Miles de €} - 51.716 \text{ Miles de €} = 1.392 \text{ Miles de €}$$

$$\text{Error} = 2.69\% \quad (11.7)$$

Como se ha mencionado anteriormente, ésta discrepancia se debe a la aproximación de usada para el cálculo.

Sin embargo si se comparan los resultados obtenidos como retribuciones totales al transporte para el año 2010 con los datos de la tabla 11.1 se puede comprobar que el error cometido es menor.

$$\text{Error} = \text{Retribución calculada} - \text{Retribución de referencia}$$

$$\text{Error} = 1.268.101 \text{ Miles de €} - 1.265.875 \text{ Miles de €} = 2.226 \text{ Miles de €}$$

$$\text{Error} = 0.17\% \quad (11.8)$$

### **11.3- Predicción de retribuciones al transporte para el año 2011**

Como se ha hecho para calcular la retribución a la actividad del transporte para el año 2010, es necesario utilizar las mismas suposiciones (el 100% de la red pertenece a Red Eléctrica de España), por lo que el crecimiento de las instalaciones de la red de transporte se puede obtener del avance de la actividad 2010 publicado por REE en su web oficial ([www.ree.com](http://www.ree.com)) y descargado para este proyecto el día 24 de julio de 2011.

Atendiendo a ésta suposición, las instalaciones puestas en servicio en el año 2010 y que por lo tanto comenzaran a retribuirse en el año 2011 son las siguientes:

#### **Líneas de transporte a 400 kV**

Nombre	Nº de circuitos	Km de circuito
E/S en Ming lanilla L/ Olmedilla-Catadau Red Eléctrica	1	3
E/S en Ming lanilla L/ Morata-Confrontes Red Eléctrica	1	1
E/S Carmona L/ D. Rodrigo-Valdecaballeros Red Eléctrica	2	0,4
L/ Segovia-Entronque Galapagar Red Eléctrica	2	25,8
E/S Villanueva Escuderos L/ Trillo-Olmedilla Red Eléctrica	2	3,6
L/ Cabra-Guadame Red Eléctrica	2	146
E/S en Relinchón L/ Morata-Confrontes Red Eléctrica	2	0,6
E/S en Torrente L/ Catadau-Eliana Red Eléctrica	2	15,9
L/ Arcos-La Roda Red Eléctrica	2	286,8
L/ Abanto-Zierbena Red Eléctrica	2	10,4
E/S en Mails L/ Rubi-Mequinenza Red Eléctrica	1	0,6
Aguayo-L/ Penagos-Güeñes (E/S en Aguayo) Red Eléctrica	1	0,2
Aguayo-L/ Penagos-Güeñes (E/S en Penagos) Red Eléctrica	1	0,6
Compactación Soto-Penagos Red Eléctrica	2	13,2
L/ Pierola-Vic (1.ª fase) Red Eléctrica	1	48,6
L/ Sentmenat-Bescanó (2.ª fase) Red Eléctrica	1	74,1
L/ Aldeadávila-Frontera Portuguesa Red Eléctrica	1	1,8
L/ Penagos-Gueñes (tramo 1 Cantabria) Red Eléctrica	2	116,7
Total		749,3



## Líneas de transporte a 220 kV

Nombre	Nº de circuitos	Km de circuito
E/S en Carmona L/ Santiponce-Villanueva Rey Red Eléctrica	1	0,2
E/S en Galapagar L/ Majadahonda-Otero Red Eléctrica	1	3,6
L/ Puerto Real-Gazules Red Eléctrica	1	30,3
L/ Puerto Real-Gazules (subterráneo) Red Eléctrica	1	0,1
E/S en Carmona L/ Guillena-Dos Hermanas Red Eléctrica	2	2
E/S en Carmona L/ Guillena-Alcores Red Eléctrica	2	2
E/S en Carroyuelas L/ Aceca-La Paloma Red Eléctrica	2	3,9
L/ Melancólicos-Mazarredo (subterráneo) Red Eléctrica	1	0,6
L/ Ventas-Melancólicos (subterráneo) Red Eléctrica	1	4,7
L/ Arganzuela-Melancólicos (subterráneo) Red Eléctrica	1	2,2
L/ Villaverde-Parque Ingenieros (subterráneo) Red Eléctrica	1	4,1
L/ Parque Ingeniero-Antonio Leyva (subterránea) Red Eléctrica	1	5,4
L/ Arganzuela-Antonio Leyva (subterráneo) Red Eléctrica	1	2,8
E/S en Don Rodrigo L/ Aljarafe-Quintos (antigua Santiponce-Quintos) Red Eléctrica	2	25,8
E/S en Prado de Santo Domingo L/ Villaviciosa-Getafe Red Eléctrica (subterráneo)	2	0,4
E/S en Anoia L/ Pont de Suert-Rubí (aéreo) Red Eléctrica	2	1,6
E/S en Anoia L/ Pont de Suert-Rubí (subterráneo) Red Eléctrica	2	0,1
Total		89,8

## Posiciones

Nombre	Tensión kV
Belinchón	400
Bescanó	400
Mails	400
Ming lanilla	400
Torrente	400
Villanueva de los Escuderos	400
Anoia	220
Beniferri	220
Buenavista	220
Carroyuelas	220
Guixeres	220
Melancólicos	220
Prado de Santo Domingo	220
Vaguadas	220

## Repotenciación de líneas

Tensión	MVA*km
220 kV	72.258
Total	72258

Tabla 11.9. Instalaciones puestas en servicio en 2010

Fuente: REE

Considerando las mismas suposiciones que en el cálculo de retribuciones para los años 2009 y 2010, la tabla de entradas para la herramienta de cálculo se muestra en la siguiente tabla:

Líneas de transporte a 400 kV	
Tipología	km
Línea aérea de 400 kV de tipo dúplex, de longitud mayor o igual a 10 km y de circuito doble.	614,8
Línea aérea de 400 kV de tipo dúplex, de longitud menor a 10 km y de circuito doble.	4,6
Línea aérea de 400 kV de tipo dúplex, de longitud mayor o igual a 10 km y de circuito simple.	122,7
Línea aérea de 400 kV de tipo dúplex, de longitud menor a 10 km y de circuito simple.	7,2
Líneas de transporte a 220 kV	
Tipología	km
Línea aérea de 220 kV de tipo dúplex, de longitud mayor o igual a 10 km y de circuito doble	25,8
Línea aérea de 220 kV de tipo dúplex, de longitud menorl a 10 km y de circuito doble	9,5
Línea aérea de 220 kV de tipo dúplex, de longitud mayor o igual a 10 km y de circuito simple	30,3
Línea aérea de 220 kV de tipo dúplex, de longitud menor a 10 km y de circuito simple	3,8
Línea subterránea de 220 kV de longitud mayor o igual a 2.2 km de conductor de cobre 2000 mm² de sección y circuito doble	-
Línea subterránea de 220 kV de longitud menor a 2.2 km de conductor de cobre 2000 mm² de sección y circuito doble	0,5
Línea subterránea de 220 kV de longitud mayor o igual a 2.2 km de conductor de cobre 2000 mm² de sección y circuito simple	19,2
Línea subterránea de 220 kV de longitud menor a 2.2 km de conductor de cobre 2000 mm² de sección y circuito simple	0,7
	89,8
Posiciones	
Tipología	Nº posiciones
Posición convencional de 220 kV, 40 kA e interruptor y medio	8
Posición convencional de 400 kV, 50 kA y cualquier configuración	6
Transformadores	
Nombre	Transformación
Total	400/220 kV
Repotenciación de líneas	
Tensión	MVA*km
220 kV	72.258
Total	72.258

Tabla 11.10. Entradas para el cálculo de retribuciones del año 2011

Fuente: REE

Las salidas de la herramienta ante las entradas de la tabla 11.10 se muestran en la tabla 11.11:

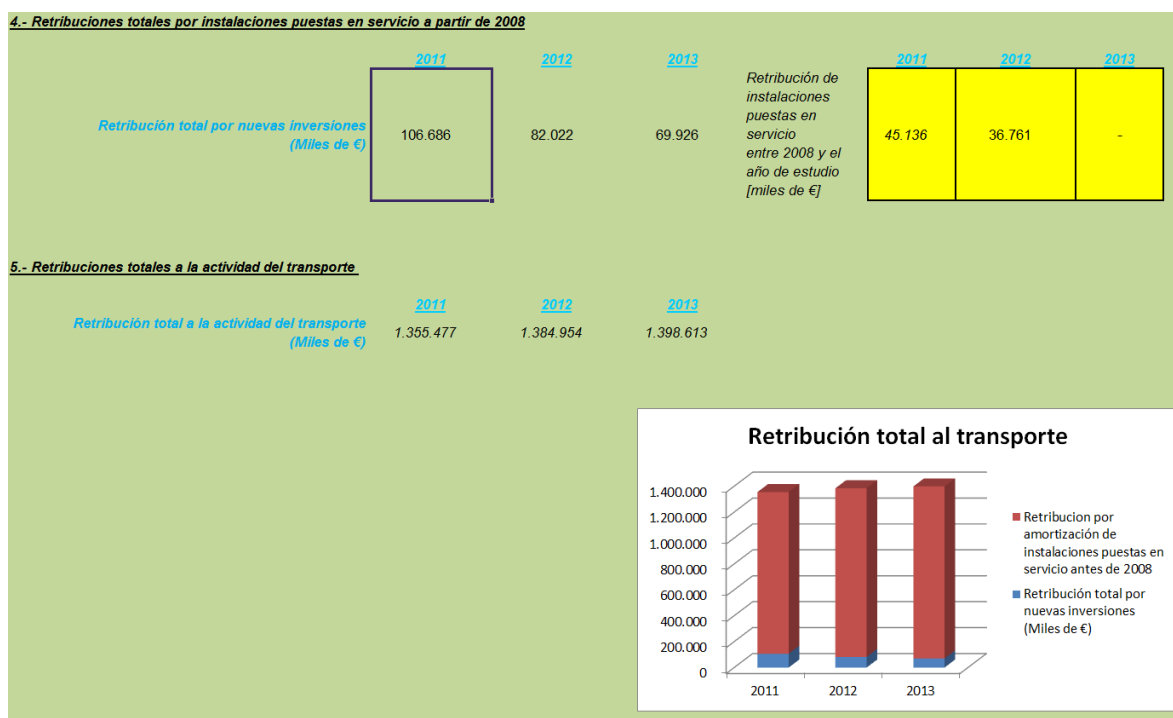


Figura 11.4. Resultados retribución de nuevas instalaciones año 2011.

Fuente: Elaboración propia

Con los datos de entrada considerados y utilizando la herramienta de cálculo, la previsión de retribución a la actividad de transporte de energía eléctrica para el año 2011, de las instalaciones que entraron en servicio en 2010, será de 106.686 Miles de €. Si comparamos ésta cifra con la cifra referencia correspondiente al año 2011 de la tabla 11.2 se calcula la discrepancia entre los valores calculados y la previsión realizada por la Comisión Nacional de la Energía.

$$\text{Diferencia de estimaciones} = \text{Retribución calculada} - \text{Retribución de referencia (REE)}$$

$$\text{Diferencia de estimaciones} = 106.686 \text{ Miles de €} - 118.713 \text{ Miles de €} = -12.027 \text{ Miles de €}$$

$$\text{Diferencia de estimaciones} = 10.13\%$$

(11.9)

En éste caso de cálculo, la diferencia entre la previsión de la herramienta creada en éste proyecto y la previsión efectuada para la anualidad de 2011 (instalaciones puestas en servicio en 2010) es de 12.027 Miles de € o expresado en tanto por ciento 10.13% de diferencia.

Si comparamos los resultados obtenidos para la totalidad de la actividad de transporte (apartado 5 de la figura 11.4) con los datos de la tabla 11.1 se observa:

*Diferencia de estimaciones = Retribución calculada – Retribución de referencia*

*Diferencia de estimaciones = 1.355.477 Miles de € – 1.390.550 Miles de € = –35.073 Miles de €*

*Diferencia de estimaciones = 2.52%*

(11.10)

Lo primero que cabe destacar es el carácter provisional de la previsión realizada por la CNE, por lo que la diferencia cometida puede ser debida a numerosas razones entre las que se pueden destacar:

- Los índices macroeconómicos utilizados para el cálculo de la previsión por parte de la CNE son los vigentes a fecha de abril de 2011, mientras que los utilizados para la previsión de éste proyecto son los vigentes a fechas de Julio de 2011.
- Los datos de nuevas instalaciones puestas en servicio en la red de transporte en el año 2010 han sido extraídos de publicaciones públicas de REE, mientras que la Comisión Nacional de la Energía obtiene las especificaciones técnicas de cada proyecto directamente del promotor.

En la siguiente gráfica se puede apreciar la comparación entre la retribución calculada por la CNE y la retribución calculada por la herramienta de cálculo para los años 2009-2011:

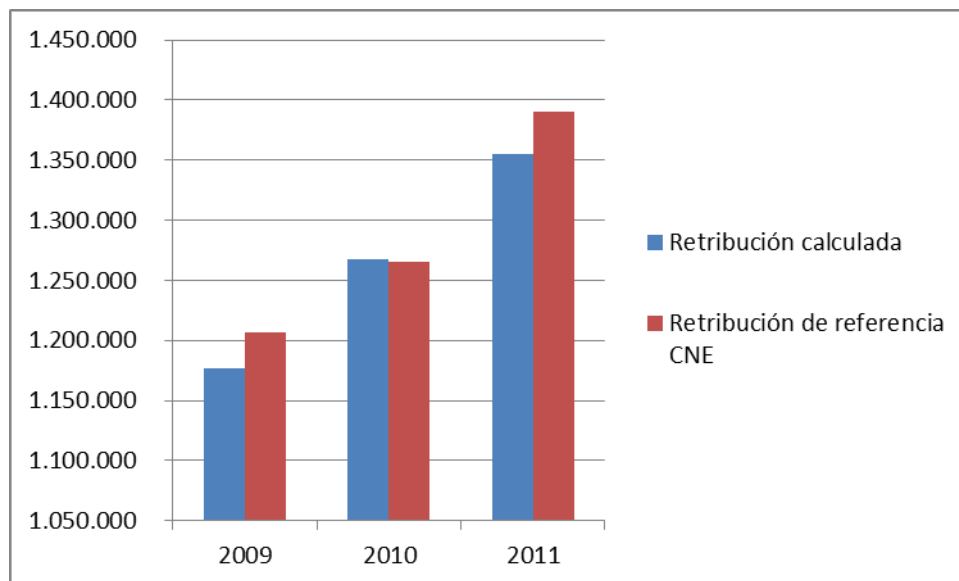


Gráfico 11.4. Comparación entre resultados obtenidos y datos de referencia (retribución total en miles de €).

Fuente: Elaboración propia.

## **11.4- Casos de Estudio (Retribuciones a la distribución)**

En el siguiente caso práctico se comprobará la precisión de la herramienta de cálculo para el caso particular de la retribución de la actividad de la distribución de energía eléctrica.

Como se ha analizado en el capítulo 6, según el Real Decreto que regula la actividad (RD 222/2008) el cálculo de las retribuciones para la distribución se efectúa para periodos de 4 años. Por lo tanto, éste caso práctico consistirá de un cálculo de las retribuciones para los años 2009 y 2010 y de una previsión para los años 2011 y 2012.

La retribución de la actividad de la distribución, utiliza una retribución de referencia (la correspondiente al año 2008) para a partir de ésta calcular la retribución de los cuatro años posteriores utilizando tres índices de actualización:

- Actualización por el efecto precios (se actualiza la retribución recibida el año anterior al cálculo).
- Actualización por el efecto cantidad (incremento de instalaciones por aumento de actividad).
- Actualización por el efecto calidad de servicio (interrupciones del servicio).
- Actualización por el efecto pérdidas de energía.

En éste caso las aproximaciones necesarias para poder calcular las retribuciones afectan tanto al índice actualizador por el efecto cantidad como para los índices actualizadores por efecto de calidad de servicio y pérdidas de energía (en el caso del actualizador por pérdidas de energía en menor medida ya que solamente entra vigor para el cálculo de las retribuciones del año 2012, según ITC/2524/2009).

En el caso de la actualización por el efecto de nuevas inversiones, los datos para los años 2009 y 2010 son conocidos y publicados por la CNE en su “informe sobre el mandato a la CNE relativo al contraste y validación del modelo de red de referencia para el año 2009 y siguientes” del 10 de junio de 2010. Se ha supuesto que la retribución correspondiente a nuevas instalaciones por incremento de actividad para los años 2011 y 2012 es la misma que la última publicada, es decir, la correspondiente al año 2010.

Para aproximar la actualización por calidad de servicio a éste estudio supondremos la totalidad de la red de distribución como única empresa distribuidora y se calculará dicho índice actualizador tomando como referencia datos de TIEPI y NIEPI así como factores de ponderación según zonas de servicio totales publicados en su página web oficial por el Ministerio de Industria Turismo y Comercio, y descargados para éste estudio el día 28 de Julio de 2011.

En el caso de la actualización por pérdidas de energía (únicamente necesaria para la previsión de la retribución del año 2012) la asumiremos nula ante la falta de los datos necesarios para calcularla.

Por lo tanto, las entradas de éste caso práctico son:

- 1) IPC o Índice de Precios al Consumo
- 2) IPRI ó Índice de Precios Industriales
- 3)  $Y_{n-1}$ , retribución por aumento de actividad de año  $n-1$
- 4) Beta, factor de ponderación según zona de servicio (Urbana, Semiurbana, Rural Concentrada o Rural Dispersa)

### 5) X factor de cumplimiento de TIEPI objetivo y NIEPI objetivo

A continuación se muestra listado los valores de las entradas utilizados para el cálculo:

	2008	2009	2010	2011	2012
IPC	-0,7	3,6	3,2		
IPRI	0,2	2,4	3,5		
Año	2008	2009	2010	2011	2012
IA	-0,46	2,16	2,96	-0,48	-0,48
1+IA	0,9954	1,0216	1,0296	0,9952	0,9952
Yn-1 Miles de €	219385	231529	231529	231529	
Año	2008	2009	2010	2011	2012
Xtotal	Zona Urbana	Zona Semiurbana	Zona Rural Concentrada	Zona Rural Dispersa	
2008	0,315932203	0,594237288	0,970847458	1,35559322	
2009	0,578222778	1,491686036	2,578401573	3,052565707	
2010	0,315932203	0,594237288	0,970847458	1,35559322	
2011	0,578222778	1,491686036	2,578401573	3,052565707	
Beta	Zona Urbana	Zona Semiurbana	Zona Rural Concentrada	Zona Rural Dispersa	
2008	0,529116721	0,327972179	0,119514799	0,023396301	
2009	0,528627618	0,330617469	0,118884716	0,021870197	
2010	0,529116721	0,327972179	0,119514799	0,023396301	
2011	0,528627618	0,330617469	0,118884716	0,021870197	
Año	2009	2010	2011	2012	
Qn-1	61.858 €	156.045 €	71.691 €	170.941 €	

Figura 11.5. Entradas utilizadas para el cálculo de retribuciones a la distribución.

Fuente: Elaboración propia.

La herramienta de cálculo, ante éstas entradas, muestra los siguientes resultados:

	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Retribución a la distribución actualización por efecto precios</b>	<b>€</b>	<b>€</b>	<b>€</b>	<b>€</b>	<b>€</b>
<b>Total</b>	<b>4.061.203.994</b>	<b>4.148.926.000</b>	<b>4.497.613.006</b>	<b>4.551.146.131</b>	<b>4.688.371.198</b>
	2008	2009	2010		
<b>Incentivo por la calidad de servicio Qn</b>	<b>NA</b>	<b>61.858.101</b>	<b>156.045.009</b>	<b>71.691.210</b>	<b>170.940.744</b>
<b>Incentivo por aumento de actividad Y</b>	<b>NA</b>	<b>219.385.000</b>	<b>231.529.000</b>	<b>231.529.000</b>	<b>231.529.000</b>
<b>Incentivo por pérdidas P</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>	<b>0</b>
<b>Retribución total a la distribución</b>	<b>NA</b>	<b>4.430.169.101</b>	<b>4.729.142.006</b>	<b>4.782.675.131</b>	<b>4.919.900.198</b>

Figura 11.6. Resultados obtenidos para el periodo de vigencia.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente gráfica:

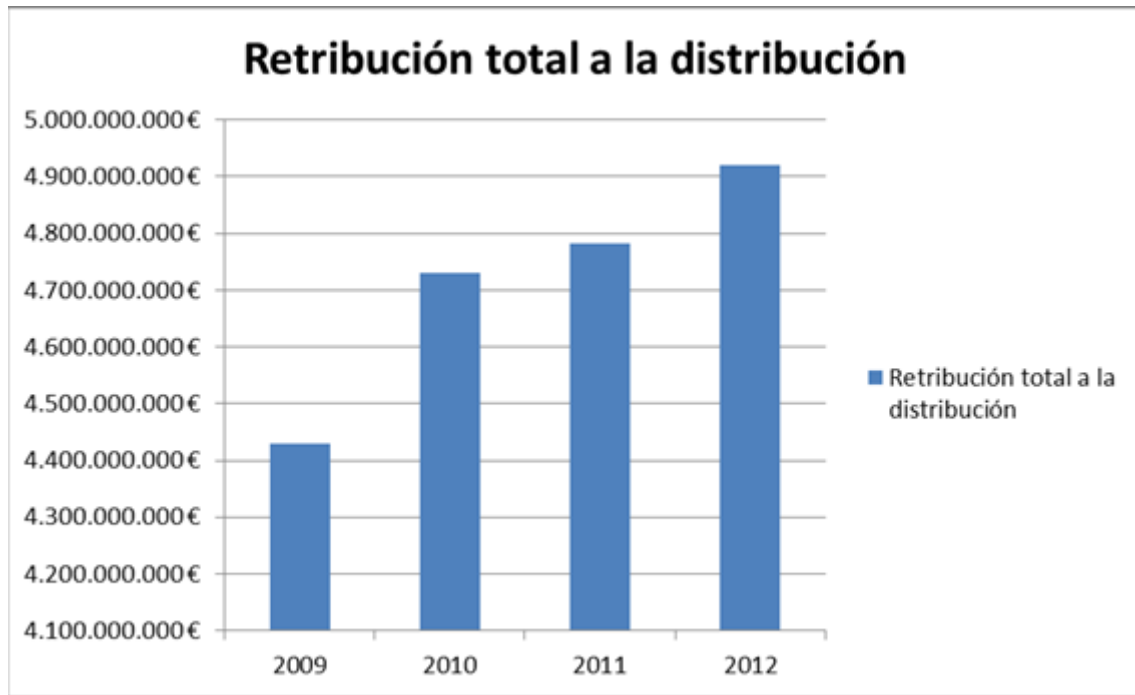


Gráfico 11.5. Resultados obtenidos, retribuciones a la distribución en miles de €.

Fuente: Elaboración propia.

Si se comparan los resultados obtenidos con los cálculos oficiales para los años 2009 y 2010 y con la previsión hecha por la CNE para los años 2011 y 2012 se obtiene la tabla 11.11:

Año	Retribución total CNE	Retribución calculada	Dif	Dif %
2009	4.437.252.000 €	4.430.169.101 €	7.082.899 €	0,16
2010	4.579.838.000 €	4.729.142.006 €	-149.304.006 €	-3,26
2011	4.835.183.000 €	4.782.675.131 €	52.507.869 €	1,09
2012	5.091.853.000 €	4.919.900.198 €	171.952.802 €	3,38

Tabla 11.11. Comparación de resultados.

Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que en los resultados obtenidos para 2009 y 2010, se obtienen unas diferencias debido principalmente a las suposiciones explicadas anteriormente. En la gráfica 11.6 se puede ver la comparación entre los resultados obtenidos y los publicados por la CNE, tanto para los valores reales de 2009 y 2010, como para los esperados en 2011 y 2012:

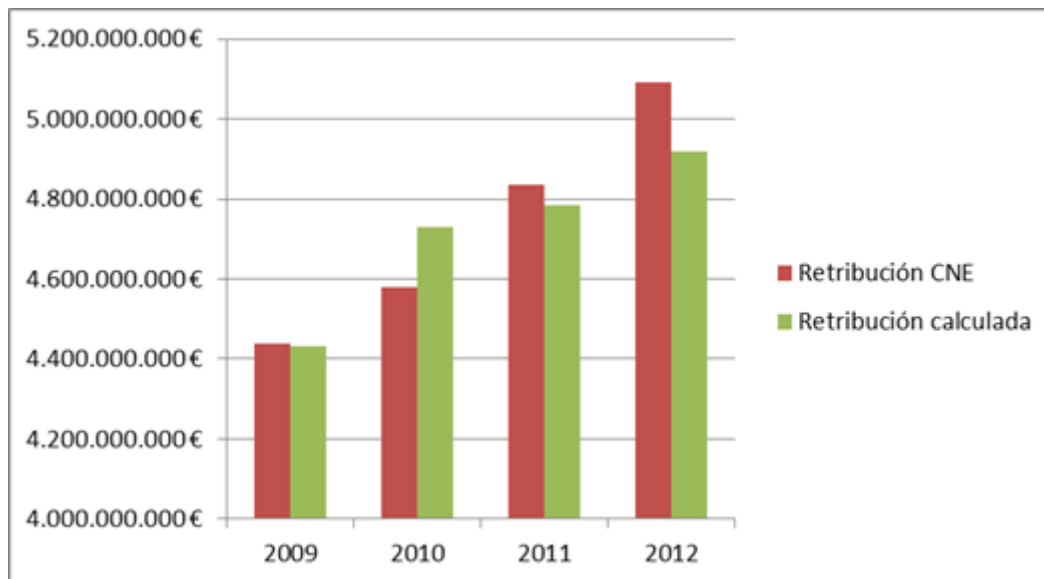


Gráfico 11.6. Comparación entre resultados obtenidos y datos de referencia en miles de €.

Fuente: Elaboración propia.

Esta diferencia de resultados es debida principalmente a la suposición de que toda la red de distribución pertenece a la misma empresa distribuidora, esto supone que factor de ponderación Beta según zona de servicio no sea el mismo que aplicado a cada empresa distribuidora particular (debido a que la actividad de la distribución es un monopolio natural y las empresas distribuidoras se reparten el territorio nacional para ejercer la actividad). Es destacable que, en el caso de la retribución del año 2012, se ha asumido el actualizador por pérdidas de energía como cero lo que aumenta la discrepancia de estimaciones.

También es necesario mencionar que las suposiciones hechas para calcular las previsiones de retribución de los años 2011 y 2012 tienen una gran influencia en los resultados obtenidos en cuanto a los incentivos por aumento de actividad y por actualización de precios y que es posible que, debido a la situación económica actual el crecimiento de la red de distribución por nuevos clientes se vea afectada y cause un descenso en la retribución prevista para éstos años así como la suposición de que los índices macroeconómicos IPC e IPRI sean los mismos que los últimos conocidos puede hacer variar el cálculo considerablemente.





## **Capítulo 12. Conclusiones**





## **12.- Conclusiones**

Ante la finalización del presente proyecto se puede concluir que se han alcanzado los objetivos marcados en el capítulo de objetivos y alcance del proyecto (capítulo 2), se ha desarrollado la aplicación informática que permite estimar los costes de transporte y distribución para el año 2011 y como ampliación a este objetivo, la aplicación es válida para calcular estimaciones de costes en años futuros (mientras que la legislación vigente no cambie la manera en que se retribuyen éstas actividades).

En cuanto a los resultados obtenidos, la conclusión principal es que, mediante la legislación vigente, se está intentando retribuir la actividad de distribución de manera más objetiva calculando retribuciones de manera individual, a diferencia de como se calculaban anteriormente. En cuanto a la actividad de transporte de energía, finalmente REE es la propietaria de la totalidad de la red (finalizó la compra de activos en 2010) y la principal aportación del Real Decreto que regula las instalaciones puestas en servicio a partir de 2008 (RD 325/2008) es que se define una retribución para las instalaciones una vez finalice su vida útil.

Los posibles trabajos futuros en línea con éste proyecto deberían ir enfocados a la ampliación de la aplicación desarrollada de manera que sea capaz de estimar los costes totales del sistema (no sólo costes por transporte y distribución).

En cuanto a los objetivos personales, la elaboración de éste proyecto, me ha servido para complementar la formación recibida a lo largo de los estudios universitarios. La elaboración de éste documento me ha aportado conocimientos de búsqueda y comprensión de datos y bibliografía, familiarización con documentos legislativos y de regulación así como conocimientos de redacción de documentos.





## **Capítulo 13. Presupuesto**





## 13.- Presupuesto



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID  
Escuela Politécnica Superior

1.- Presupuesto Realizado por: Alfonso García Gutiérrez		Fecha de emisión: 19-ago-11			
2.- Departamento: Ingeniería Eléctrica					
3.- Descripción del Proyecto:					
Título		Evaluación de Costes Del Sistema Eléctrico Nacional			
Duración		5 meses			
Tasa de costes indirectos		20%			
4.- Presupuesto total del proyecto:					
5248,2 €					
5.- Desglose de cantidades:					
Personal					
Apellidos y Nombre	Categoría profesional	Dedicación (personas/mes) [1]	Coste (€ perona/mes)	Coste [€]	
García Gutiérrez Alfonso	Ingeniero Técnico	1	1312,5	5250	
[1] 1 persona mes = 131,25 horas. Valor €/hora = 10€					
Equipos					
Descripción	Coste (Euro)	% Uso dedicado	Dedicación (meses)	Periodo de depreciación (meses)	Coste imputable [€]
Ordenador personal	1000	100	4	60	66,67
*) Fórmula de cálculo de la Amortización:					
$\frac{A}{B} \times C \times D$					
A = n° de meses desde la fecha de facturación en que el equipo es utilizado					
B = periodo de depreciación (60 meses)					
C = coste del equipo (sin IVA)					
D = % del uso que se dedica al proyecto (habitualmente 100%)					
6.- Resumen de costes					
Presupuesto Costes Totales €					
Personal 5250					
Amortización 66,67					
Costes indirectos 874,7					
Total 6191,37					

Figura 13.1. Presupuesto  
Fuente: Elaboración propia







## **Capítulo 14. Bibliografía**





## **14.- Bibliografía**

- RD 325/2008, de 29 de febrero, por el que se establece la retribución de la actividad de transporte de energía eléctrica para instalaciones puestas en servicio a partir del 1 de enero de 2008.
- RD 2819/1998, de 23 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte y distribución de energía eléctrica.
- RD 222/2008, de 15 de febrero, por el que se establece el régimen retributivo de la actividad de distribución eléctrica.
- RD 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Ley 54/1997, ley del sector eléctrico.
- Orden ITC/3801/2008, de 26 de diciembre, por la que se revisan las tarifas de eléctricas a partir del 1 de enero de 2009
- Orden ITC/3519/2009, de 28 de diciembre, por la que se revisan los peajes de acceso a partir del 1 de enero de 2010 y las tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial.
- Orden ITC/3353/2010, de 28 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso a partir del 1 de enero de 2011 y las tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial.
- “El Sistema Eléctrico”, publicación anual publicada por REE y descargable en página web <http://www.ree.es> .

Páginas web de referencia:

- [1] Red Eléctrica de España. <http://www.ree.es>
- [2] Comisión Nacional de la Energía. <http://www.cne.es>
- [3] Ministerio de Industria Turismo y Comercio. <http://www.mityc.es>
- [4] Operador del mercado eléctrico <http://www.omel.es/inicio>





## **ANEXO A.- Glosario de términos y definiciones**

- CNE, Comisión Nacional de la Energía.
- REE, Red Eléctrica de España.
- MITyC, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- OMEL, Operador del Mercado Eléctrico.
- IPC, Índice de Precios al Consumo.
- IPRI, Índice de Precios Industriales.
- TIEPI, tiempo de interrupción equivalente de la potencia instalada ( $1\text{kV} < V < 36\text{kV}$ ).
- NIEPI, número de interrupciones equivalente de la potencia instalada ( $1\text{kV} < V < 36\text{kV}$ ).
- INE, Instituto Nacional de Estadística.
- MEyH, Ministerio de Economía y Hacienda.



## ANEXO B

### B.1.- Base de datos para el cálculo de retribuciones al transporte

#### matriz B106:G165

Valores que puede tomar la Celda C10	Costes de inversión variables [€]	Costes de inversión fijos [€]	Costes de operación y mantenimiento variables [€]	Costes de operación y mantenimiento fijos [€]	Característica de instalación
Línea aérea de 400 kV de tipo dúplex, de longitud mayor o igual a 10 km y de circuito simple	317320	0	4082	0	Longitud de línea
Línea aérea de 400 kV de tipo dúplex, de longitud mayor o igual a 10 km y de circuito doble	488184	0	4082	0	Longitud de línea
Línea aérea de 400 kV de tipo dúplex, de longitud mayor o igual a 10 km y de circuito simple	976369	0	4082	0	Longitud de línea
Línea aérea de 400 kV de tipo dúplex, de longitud mayor o igual a 10 km y de circuito doble	396650	0	4082	0	Longitud de línea
Línea aérea de 400 kV de tipo triplex, de longitud mayor o igual a 10 km y de circuito doble	610230	0	4082	0	Longitud de línea
Línea aérea de 400 kV de tipo triplex, de longitud mayor o igual a 10 km y de circuito cuádruple	1220461	0	4082	0	Longitud de línea
Línea aérea de 400 kV de tipo dúplex, de longitud menor a 10 km y de circuito simple	259753	575662	4082	0	Longitud de línea
Línea aérea de 400 kV de tipo dúplex, de longitud menor a 10 km y de circuito doble	399620	885634	4082	0	Longitud de línea
Línea aérea de 400 kV de tipo dúplex, de longitud menor a 10 km y de circuito cuádruple	799240	1771269	4082	0	Longitud de línea
Línea aérea de 400 kV de tipo triplex, de longitud menor a 10 km y de circuito simple	324691	719578	4082	0	Longitud de línea
Línea aérea de 400 kV de tipo triplex, de longitud menor a 10 km y de circuito doble	499525	1107043	4082	0	Longitud de línea



Línea aérea de 400 kV de tipo triplex, de longitud menor a 10 km y de circuito cuádruple	999050	2214086	4082	0	Longitud de línea
Línea aérea de 220 kV de tipo simplex, de longitud mayor o igual a 10 km y de circuito simple	283486	0	2767	0	Longitud de línea
Línea aérea de 220 kV de tipo simplex, de longitud mayor o igual a 10 km y de circuito doble	436132	0	2767	0	Longitud de línea
Línea aérea de 220 kV de tipo dúplex, de longitud mayor o igual a 10 km y de circuito simple	304823	0	2767	0	Longitud de línea
Línea aérea de 220 kV de tipo dúplex, de longitud mayor o igual a 10 km y de circuito doble	468959	0	2767	0	Longitud de línea
Línea aérea de 220 kV de tipo dúplex, de longitud mayor o igual a 10 km y de circuito cuádruple	937918	0	2767	0	Longitud de línea
Línea aérea de 220 kV de tipo simplex, de longitud mayor o igual a 10 km y de circuito simple	235541	479453	2767	0	Longitud de línea
Línea aérea de 220 kV de tipo simplex, de longitud mayor o igual a 10 km y de circuito doble	362369	737621	2767	0	Longitud de línea
Línea aérea de 220 kV de tipo dúplex, de longitud mayor o igual a 10 km y de circuito simple	263269	515541	2767	0	Longitud de línea
Línea aérea de 220 kV de tipo dúplex, de longitud mayor o igual a 10 km y de circuito doble	389645	793141	2767	0	Longitud de línea
Línea aérea de 220 kV de tipo dúplex, de longitud mayor o igual a 10 km y de circuito cuádruple	779290	1586281	2767	0	Longitud de línea
Línea subterránea de 220 kV de longitud mayor o igual a 2.2 km de conductor de cobre 1100 mm <sup>2</sup> de sección y circuito simple	1822245	0	2101	0	Longitud de línea
Línea subterránea de 220 kV de longitud mayor o igual a 2.2 km de conductor de cobre 1100 mm <sup>2</sup> de sección y circuito doble	3374496	0	2101	0	Longitud de línea
Línea subterránea de 220 kV de longitud mayor o igual a 2.2 km de conductor de cobre 2000 mm <sup>2</sup> de sección y circuito simple	2306639	0	2101	0	Longitud de línea





Línea subterránea de 220 kV de longitud mayor o igual a 2.2 km de conductor de cobre 2000 mm <sup>2</sup> de sección y circuito doble	4271514	0	2101	0	Longitud de línea
Línea subterránea de 220 kV de longitud mayor o igual a 2.2 km de conductor de cobre 2500 mm <sup>2</sup> de sección y circuito simple	2758250	0	2101	0	Longitud de línea
Línea subterránea de 220 kV de longitud mayor o igual a 2.2 km de conductor de cobre 2500 mm <sup>2</sup> de sección y circuito doble	5174738	0	2101	0	Longitud de línea
Línea subterránea de 220 kV de longitud menor a 2.2 km de conductor de cobre 1100 mm <sup>2</sup> de sección y circuito simple	1311517	1117656	2101	0	Longitud de línea
Línea subterránea de 220 kV de longitud menor a 2.2 km de conductor de cobre 1100 mm <sup>2</sup> de sección y circuito doble	2555076	1813498	2101	0	Longitud de línea
Línea subterránea de 220 kV de longitud menor a 2.2 km de conductor de cobre 2000 mm <sup>2</sup> de sección y circuito simple	1660148	1414754	2101	0	Longitud de línea
Línea subterránea de 220 kV de longitud menor a 2.2 km de conductor de cobre 2000 mm <sup>2</sup> de sección y circuito doble	3234273	2299365	2101	0	Longitud de línea
Línea subterránea de 220 kV de longitud menor a 2.2 km de conductor de cobre 2500 mm <sup>2</sup> de sección y circuito simple	2108029	1427428	2101	0	Longitud de línea
Línea subterránea de 220 kV de longitud menor a 2.2 km de conductor de cobre 2500 mm <sup>2</sup> de sección y circuito doble	4130035	2324713	2101	0	Longitud de línea
Línea subterránea de 220 kV de longitud mayor o igual a 2.2 km de conductor de aluminio 630 mm <sup>2</sup> de sección y circuito simple	945722	0	2101	0	Longitud de línea
Línea subterránea de 220 kV de longitud mayor o igual a 2.2 km de conductor de aluminio 630 mm <sup>2</sup> de sección y circuito doble	1751320	0	2101	0	Longitud de línea
Línea subterránea de 220 kV de longitud mayor o igual a 2.2 km de conductor de aluminio 1200 mm <sup>2</sup> de sección y circuito simple	1107186	0	2101	0	Longitud de línea



Línea subterránea de 220 kV de longitud mayor o igual a 2.2 km de conductor de aluminio 1200 mm <sup>2</sup> de sección y circuito doble	2081023	0	2101	0	Longitud de línea
Línea subterránea de 220 kV de longitud mayor o igual a 2.2 km de conductor de aluminio 2000 mm <sup>2</sup> de sección y circuito simple	1591580	0	2101	0	Longitud de línea
Línea subterránea de 220 kV de longitud mayor o igual a 2.2 km de conductor de aluminio 2000 mm <sup>2</sup> de sección y circuito doble	2947345	0	2101	0	Longitud de línea
Línea subterránea de 220 kV de longitud menor a 2.2 km de conductor de aluminio 630 mm <sup>2</sup> de sección y circuito simple	680660	580049	2101	0	Longitud de línea
Línea subterránea de 220 kV de longitud menor a 2.2 km de conductor de aluminio 630 mm <sup>2</sup> de sección y circuito doble	1326052	942740	2101	0	Longitud de línea
Línea subterránea de 220 kV de longitud menor a 2.2 km de conductor de aluminio 1200 mm <sup>2</sup> de sección y circuito simple	796871	679081	2101	0	Longitud de línea
Línea subterránea de 220 kV de longitud menor a 2.2 km de conductor de aluminio 1200 mm <sup>2</sup> de sección y circuito doble	1552451	1103695	2101	0	Longitud de línea
Línea subterránea de 220 kV de longitud menor a 2.2 km de conductor de aluminio 2000 mm <sup>2</sup> de sección y circuito simple	1145502	976180	2101	0	Longitud de línea
Línea subterránea de 220 kV de longitud menor a 2.2 km de conductor de aluminio 2000 mm <sup>2</sup> de sección y circuito doble	2231648	1586562	2101	0	Longitud de línea
Posición convencional de 400 kV, 50 kA y cualquier configuración	0	1214288	0	82944	No Aplica
Posición convencional de 220 kV, 40 kA e interruptor y medio	0	877309	0	68284	No Aplica
Posición convencional de 220 kV, 40 kA resto de configuraciones	0	921543	0	68284	No Aplica
Posición blindada de 400 kV, 63 kA y cualquier configuración	0	2601976	0	53295	No Aplica
Posición blindada de 400 kV, 63 kA y cualquier configuración y fluoconductos	0	3252470	0	53295	No Aplica



Posición blindada de 220 kV, 50 kA, en edificio y cualquier configuración	0	1401026	0	43046	No Aplica
Posición blindada de 220 kV, 50 kA, en edificio y cualquier configuración con fluoconductos	0	1751282	0	43046	No Aplica
Posición blindada de 220 kV, 63 kA, en edificio y cualquier configuración	0	1611180	0	43046	No Aplica
Posición blindada de 220 kV, 63 kA, en edificio y cualquier configuración con fluoconductos	0	2013975	0	43046	No Aplica
Posición blindada de 220 kV, 50 kA, en intemperie y cualquier configuración	0	1260923	0	43046	No Aplica
Posición blindada de 220 kV, 50 kA, en intemperie y cualquier configuración con fluoconductos	0	1576154	0	43046	No Aplica
Posición blindada de 220 kV, 63 kA, en intemperie y cualquier configuración	0	1450062	0	43046	No Aplica
Posición blindada de 220 kV, 63 kA, en intemperie y cualquier configuración con fluoconductos	0	1812577	0	43046	No Aplica
Transformador monofásico (400/220 kV)	10401	0	246	0	Potencia
Transformador trifásico (400/220/132 kV)	9994	0	246	0	Potencia
Reactancia (400 ó 220 kV)	15813	0	15	0	Potencia reactiva
Condensador (400 ó 220 kV)	20010	0	10	0	Potencia reactiva

Fuente: BOE-A-2011-3693.



## **Anexo B.2.- Macro para la adición de nuevas instalaciones a la lista de resultados de la hoja de cálculo Transporte**

Sub add()

```
Range("b27").Select
first = Selection.Offset(1, 0).Value
If first = "" Then
    C = Selection.Offset(1, 0).Column
    R = Selection.Offset(1, 0).Row
    Range(Selection.Offset(1, 0), Selection.Offset(1, 13)).Select
    Selection.Insert Shift:=xlDown, CopyOrigin:=xlFormatFromLeftOrAbove
    Selection.Font.Bold = False
    Selection.Font.Italic = False
    Selection.Font.Underline = xlUnderlineStyleNone
    With Selection.Font
        .ColorIndex = xlAutomatic
        .TintAndShade = 0
    End With
    Cells(R, C).Value = 1
    Cells(R, C + 1).Value = Range("C10").Value
    Cells(R, C + 8).Value = Range("c14").Value
    Cells(R, C + 6).Value = Range("e13").Value
    Cells(R, C + 10).Value = Range("c23").Value
    Cells(R, C + 11).Value = Range("f23").Value
    Cells(R, C + 12).Value = Range("h23").Value
    Cells(R, C).Select
Else
    Selection.End(xlDown).Select
    Selection.Offset(1, 0).Select
    C = Selection.Column
    R = Selection.Row
    Range(Selection, Selection.Offset(0, 13)).Select
    Selection.Insert Shift:=xlDown, CopyOrigin:=xlFormatFromLeftOrAbove
    Cells(R, C).Select
    Selection.Value = Selection.Offset(-1, 0).Value + 1
    Cells(R, C + 1).Value = Range("C10").Value
    Cells(R, C + 8).Value = Range("c14").Value
    Cells(R, C + 6).Value = Range("e13").Value
    Cells(R, C + 10).Value = Range("c23").Value
    Cells(R, C + 11).Value = Range("f23").Value
    Cells(R, C + 12).Value = Range("h23").Value
    Cells(R, C).Select
End If

Range("c10").Value = ""
Range("c13").Value = ""
Range("e13").Value = ""
```



End Sub

Sub dell()

    C = Selection.Column

    R = Selection.Row

    If C = 2 Then

        Range(Selection, Selection.Offset(0, 13)).Select

        Selection.Delete Shift:=xlUp

        Cells(R, C).Select

    Else

        errrr = MsgBox("Seleccione una linea adecuada", vbOKOnly, "Error")

    End If

End Sub

Sub dell()

    C = Selection.Column

    R = Selection.Row

    If C = 2 Then

        Range(Selection, Selection.Offset(0, 13)).Select

        Selection.Delete Shift:=xlUp

        Cells(R, C).Select

    Else

        errrr = MsgBox("Seleccione una linea adecuada", vbOKOnly, "Error")

    End If

End Sub





## **ANEXO C.- Tarifa regulada de generación en régimen especial**

Grupo	Subgrupo	Combustible	Potencia	Tarifa regulada c€/kWh	Prima de referencia c€/kWh
a.1	a.1.1		$P \leq 0,5$ MW	12,0400	
			$0,5 < P \leq 1$ MW	9,8800	
			$1 < P \leq 10$ MW	7,7200	2,7844
			$10 < P \leq 25$ MW	7,3100	2,2122
			$25 < P \leq 50$ MW	6,9200	1,9147
	a.1.2		$P \leq 0,5$ MW	13,2900	
			$0,5 < P \leq 1$ MW	11,3100	
			$1 < P \leq 10$ MW	9,5900	4,6644
			$10 < P \leq 25$ MW	9,3200	4,2222
			$25 < P \leq 50$ MW	8,9900	3,8242
		Fuel	$0,5 < P \leq 1$ MW	10,4100	
			$1 < P \leq 10$ MW	8,7600	3,8344
			$10 < P \leq 25$ MW	8,4800	3,3822
			$25 < P \leq 50$ MW	8,1500	2,9942
	a.1.4	Carbón	$P \leq 10$ MW	6,1270	3,8479
			$10 < P \leq 25$ MW	4,2123	1,5410
			$25 < P \leq 50$ MW	3,8294	0,9901
		Otros	$P \leq 10$ MW	4,5953	1,9332
			$10 < P \leq 25$ MW	4,2123	1,1581
			$25 < P \leq 50$ MW	3,8294	0,6071
a.2			$P \leq 10$ MW	4,6000	1,9344
			$10 < P \leq 25$ MW	4,2100	1,1622
			$25 < P \leq 50$ MW	3,8300	0,6142



Subgrupo	Combustible	Potencia	Plazo	Tarifa regulada c€/kWh	Prima de referencia c€/kWh
a.1.3	b.6.1	$P \leq 2$ MW	primeros 15 años	16,0113	11,6608
			a partir de entonces	11,8839	0,0000
		$2 \text{ MW} \leq P$	primeros 15 años	14,6590	10,0964
			a partir de entonces	12,3470	0,0000
	b.6.2	$P \leq 2$ MW	primeros 15 años	12,7998	8,4643
			a partir de entonces	8,6294	0,0000
		$2 \text{ MW} \leq P$	primeros 15 años	10,7540	6,1914
			a partir de entonces	8,0660	0,0000
	b.6.3	$P \leq 2$ MW	primeros 15 años	12,7998	8,4643
			a partir de entonces	8,6294	0,0000
		$2 \text{ MW} \leq P$	primeros 15 años	11,8294	7,2674
			a partir de entonces	8,0660	0,0000
	b.7.1		primeros 15 años	8,2302	4,0788
			a partir de entonces	6,7040	0,0000
	b.7.2	$P \leq 500$ kW	primeros 15 años	13,3474	10,0842
			a partir de entonces	6,6487	0,0000
		$500 \text{ kW} \leq P$	primeros 15 años	9,9598	6,1009
			a partir de entonces	6,6981	0,0000
	b.7.3		primeros 15 años	5,3600	3,0844
			a partir de entonces	5,3600	0,0000
	b.8.1	$P \leq 2$ MW	primeros 15 años	12,7998	8,4643
			a partir de entonces	8,6294	0,0000
		$2 \text{ MW} \leq P$	primeros 15 años	10,9497	6,3821
			a partir de entonces	8,2128	0,0000
	b.8.2	$P \leq 2$ MW	primeros 15 años	9,4804	5,1591
			a partir de entonces	6,6506	0,0000
		$2 \text{ MW} \leq P$	primeros 15 años	7,1347	2,9959
			a partir de entonces	7,1347	0,0000
	b.8.3	$P \leq 2$ MW	primeros 15 años	9,4804	5,4193
			a partir de entonces	6,6506	0,0000
		$2 \text{ MW} \leq P$	primeros 15 años	9,3000	4,9586
			a partir de entonces	7,5656	0,0000





Grupo	Subgrupo	Potencia	Plazo	Tarifa regulada c€/kWh	Prima de referencia c€/kWh	Limite Superior c€/kWh	Limite Inferior c€/kWh
b.1	b.1.1	P≤100 kW	primeros 25 años	44,0381			
			a partir de entonces	35,2305			
		100 kW<P≤10 MW	primeros 25 años	41,7500			
			a partir de entonces	33,4000			
		10<P≤50 MW	primeros 25 años	22,9764			
			a partir de entonces	18,3811			
	b.1.2		primeros 25 años	26,9375	25,4000	34,3976	25,4038
			a partir de entonces	21,5498	20,3200		
b.2	b.2.1		primeros 20 años	7,3228	2,9291	8,4944	7,1275
			a partir de entonces	6,1200	0,0000		
b.3			primeros 20 años	6,8900	3,8444		
			a partir de entonces	6,5100	3,0600		
b.4			primeros 25 años	7,8000	2,5044	8,5200	6,5200
			a partir de entonces	7,0200	1,3444		
b.5			primeros 25 años	*	2,1044	8,0000	6,1200
			a partir de entonces	**	1,3444		
b.6	b.6.1	P≤2 MW	primeros 15 años	15,8890	11,5294	16,6300	15,4100
			a partir de entonces	11,7931	0,0000		
		2 MW ≤ P	primeros 15 años	14,6590	10,0964	15,0900	14,2700
			a partir de entonces	12,3470	0,0000		
	b.6.2	P≤2 MW	primeros 15 años	12,5710	8,2114	13,3100	12,0900
			a partir de entonces	8,4752	0,0000		
		2 MW ≤ P	primeros 15 años	10,7540	6,1914	11,1900	10,3790
			a partir de entonces	8,0660	0,0000		
	b.6.3	P≤2 MW	primeros 15 años	12,5710	8,2114	13,3100	12,0900
			a partir de entonces	8,4752	0,0000		
		2 MW ≤ P	primeros 15 años	11,8294	7,2674	12,2600	11,4400
			a partir de entonces	8,0660	0,0000		
b.7	b.7.1		primeros 15 años	7,9920	3,7784	8,9600	7,4400
			a partir de entonces	6,5100	0,0000		
	b.7.2	P≤500 kW	primeros 15 años	13,0690	9,7696	15,3300	12,3500
			a partir de entonces	6,5100	0,0000		
		500 kW ≤ P	primeros 15 años	9,6800	5,7774	11,0300	9,5500
			a partir de entonces	6,5100	0,0000		
	b.7.3		primeros 15 años	5,3600	3,0844	8,3300	5,1000
			a partir de entonces	5,3600	0,0000		



Grupo	Subgrupo	Potencia	Plazo	Tarifa regulada c€/kWh	Prima de referencia c€/kWh	Límite Superior c€/kWh	Límite Inferior c€/kWh
b.8	b.8.1	$P \leq 2$ MW	primeros 15 años	12,5710	8,2114	13,3100	12,0900
			a partir de entonces	8,4752	0,0000		
		$2 \text{ MW} \leq P$	primeros 15 años	10,7540	6,1914	11,1900	10,3790
			a partir de entonces	8,0660	0,0000		
	b.8.2	$P \leq 2$ MW	primeros 15 años	9,2800	4,9214	10,0200	8,7900
			a partir de entonces	6,5100	0,0000		
		$2 \text{ MW} \leq P$	primeros 15 años	6,5080	1,9454	6,9400	6,1200
			a partir de entonces	6,5080	0,0000		
	b.8.3	$P \leq 2$ MW	primeros 15 años	9,2800	5,1696	10,0200	8,7900
			a partir de entonces	6,5100	0,0000		
		$2 \text{ MW} \leq P$	primeros 15 años	8,0000	3,2199	9,0000	7,5000
			a partir de entonces	6,5080	0,0000		

Grupo	Tarifa regulada c€/kWh	Prima de referencia c€/kWh
c.1 .....	5,36	2,30
c.2 .....	5,36	2,30
c.3 .....	3,83	2,30
c.4 .....	5,20	1,74



## **Agradecimientos.**

La finalización de éste proyecto no habría sido posible sin la ayuda de mi tutor, Fernando Soto Martos, gracias por todo.

No hace falta decir que sin la ayuda de mis padres, a quienes va dedicado éste documento, no habría sido capaz de terminar no solo éste proyecto sino todas las cosas que he empezado.

Gracias a mi hermano Carlos por la ayuda de última hora.

Gracias a mis amigos Javi y Pedro con quien compartí más de un rato en la cafetería de la universidad.

Gracias a mis amigos de Getafe con quienes compartí muchas horas de biblioteca, la mayoría de ellas bastante graciosas.

Gracias a mi amigo Didier por saber tanto de Excel.

Gracias a Virginia por no invitarme a la playa hasta que tuve “casi” terminado éste proyecto.

Gracias a Lorena por ser tan pesada y no dejar de recordarme que tenía que terminar éste documento.

Muchas gracias a todo el que alguna vez haya tenido que aguantarme hablando de éste proyecto.